

**MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GASES “CALIDAD DEL AIRE”
POR PROCESOS DE COMBUSTIÓN COMO VARIABLES DE INTEGRACIÓN A
LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE PARA COLOMBIA**

MAGDA MALLEN SIERRA URREGO I.Amb. Esp

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2017**

**MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GASES “CALIDAD DEL AIRE”
POR PROCESOS DE COMBUSTIÓN COMO VARIABLES DE INTEGRACIÓN A
LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE PARA COLOMBIA**

MAGDA MALLEN SIERRA URREGO I.Amb. Esp

**Trabajo de tesis para optar al título de Magíster Scientiae en Desarrollo
Sostenible y Medio Ambiente**

Director

JUAN CARLOS GRANOBLES TORRES MSc.

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

MANIZALES

2017

Nota de aceptación

Director de Tesis

Jurado

Jurado

Manizales,

A Dios, mi entera compañía

A mis padres por su cariño, entrega, lucha y confianza.

A mis hermanos, que siempre están acompañándome en mis caídas y en mis éxitos.

A mi familia, que han estado perseverantes en la unión y en la fe.

A los seres que he perdido, pero que llevo en el corazón.

A mis amigos, que han contribuido a este conocimiento, a la amistad y al amor.

A la academia, por permitir desarrollar el conocimiento desde todos los ámbitos.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento:

A Juan Carlos Granobles Torres MSc. Director del trabajo de Tesis por su compañía, perseverancia y apoyo a este desarrollo.

Al Departamento Administrativo de Estadística – DANE – por sus lineamientos, proyectos y experticia.

A mis compañeros del grupo de Indicadores y Cuentas Ambientales y del grupo de Síntesis y Cuentas Nacionales del DANE y a mis amigos colegas colaboradores en esta investigación, por sus valiosos aportes que apoyaron a la construcción, conceptualización e implementación de este proyecto.

Al experto José Acosta, por sus valiosas directrices, a la CEPAL-WAVES y Banco Mundial por sus orientaciones frente a estos temas.

A las instituciones de carácter público y privado, que han permitido a través de su aporte de información, generar capacidad y ciencia para la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	15
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
2.3	SUPUESTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.4	JUSTIFICACIÓN.....	20
3	MARCO TEÓRICO	22
3.1	ANTECEDENTES.....	27
4	OBJETIVOS.....	38
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	38
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
5	METODOLOGÍA	39
5.1	TIPO DE ESTUDIO.....	39
5.2	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	40
5.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
5.4	MÉTODO DE ESTIMACIÓN	42
6	RESULTADOS	43
6.1	MARCO BASE DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE FUENTE DE EMISIÓN GENERADAS POR PROCESOS DE COMBUSTIÓN PARA GASES CALIDAD DEL AIRE	43
6.2	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR CATEGORÍA DE FUENTE Y COMBUSTIBLE PARA GASES CALIDAD DEL AIRE PARA PROCESOS POR COMBUSTIÓN	44
6.2.1	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA	45
6.2.2	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN	53
6.2.3	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE	58

6.2.4	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LAS ACTIVIDADES COMERCIAL E INSTITUCIONAL	70
6.2.5	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA EL SECTOR HOGARES	77
6.2.6	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA	80
6.3	CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN CALCULADA EN EL MARCO DE LA MATRIZ OFERTA UTILIZACIÓN DE LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE	84
6.4	COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE PARA COLOMBIA, POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS	85
6.5	INDICADORES DE INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE	89
6.5.1	INTENSIDAD DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)	89
7	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
8	CONCLUSIONES	100
9	RECOMENDACIONES	102
10	BIBLIOGRAFÍA	103
	SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES	125

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA DE PROPUESTAS DE COMPILACIÓN PARA LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE	24
FIGURA 2. ESQUEMA Y DIFERENCIA ENTRE EL PRINCIPIO DE TERRITORIO Y PRINCIPIO DE RESIDENCIA.....	25
FIGURA 3. ESQUEMA DE COMPILACIÓN DE LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE, COLOMBIA.....	26
FIGURA 4. GASES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS MEDIDAS POR EUROSTAT, PARA LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE	28
FIGURA 5. EMISIONES DE PM ₁₀ , PARA LOS PAÍSES EUROPEOS EN TONELADAS.....	28
FIGURA 6. EMISIONES NACIONALES Y GLOBALES DE CO ₂ – PERSPECTIVA DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN, UE-27, 2011 (1)	29
FIGURA 7. ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN EN CUENTAS AMBIENTALES, EN AMÉRICA LATINA Y DEL CARIBE, AÑO DE ACTUALIZACIÓN, 2017.....	30
FIGURA 8. REPORTE CUENTA DE ENERGÍA Y DE EMISIONES, COSTA RICA.....	31
FIGURA 9. BALANCES Y FLUJOS FÍSICOS DE LOS RECURSOS NATURALES, MÉXICO.....	31
FIGURA 10. PRINCIPALES EMISORES DE GEI (CO _{2EQ}), GUATEMALA	32
FIGURA 11. GASES Y PARTÍCULAS INCLUIDAS EN LAS CUENTAS DE EMISIONES AL AIRE POR EUROSTAT .	33
FIGURA 12. ESQUEMA DEL SCAE PROPUESTO PARA COLOMBIA	35
FIGURA 13. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA PROPUESTA PARA LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE.....	40
FIGURA 14. CATEGORÍAS DE FUENTE SELECCIONADAS PARA ESTIMAR EMISIONES POR COMBUSTIÓN.....	41
FIGURA 15. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE NO _x POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	85
FIGURA 16. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE CO POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	86
FIGURA 17. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE COVDM POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	87
FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO _x POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	87
FIGURA 19. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE PM _{2,5} POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	88
FIGURA 20. COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE BC POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	89
FIGURA 21. COMPORTAMIENTO DE LA INTENSIDAD DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR PIB	91

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ESTRUCTURA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES POR COMBUSTIBLE.....	44
TABLA 2. FACTORES DE EMISIÓN PARA INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA, USANDO CARBÓN.....	46
TABLA 3. FACTORES DE EMISIÓN PARA INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA, USANDO COMBUSTIBLES GASEOSOS..	46
TABLA 4. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	47
TABLA 5. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR USO DEL CARBÓN, PARA LA ACTIVIDAD GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	47
TABLA 6. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR USO DE GAS NATURAL (MINERÍA), PARA LA ACTIVIDAD GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	48
TABLA 7. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR USO DE GAS NATURAL (DOMICILIARIO), PARA LA ACTIVIDAD GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	48
TABLA 8. TOTAL EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	48
TABLA 9. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES	49
TABLA 10. FACTORES DE EMISIÓN PARA INDUSTRIAS DE LA REFINACIÓN, USANDO ACEITES LIGEROS	50
TABLA 11. FACTORES DE EMISIÓN PARA INDUSTRIAS DE LA REFINACIÓN, USANDO ACEITES PESADOS	50
TABLA 12. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE CARBÓN MINERAL, PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES	50
TABLA 13. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GAS NATURAL, PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES.....	51
TABLA 14. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LIGEROS, PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES	51
TABLA 15. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE ACEITES PESADOS, PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES	51
TABLA 16. TOTAL EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO, COMBUSTIBLE NUCLEAR Y BIOCOMBUSTIBLES	52
TABLA 17. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE CARBÓN MINERAL, PARA LA ACTIVIDAD EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	52
TABLA 18. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	53
TABLA 19. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	53
TABLA 20. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN, COMBUSTIBLES SÓLIDOS	54
TABLA 21. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN, COMBUSTIBLES GASEOSOS	55

TABLA 22. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN, COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	55
TABLA 23. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y DE LA CONSTRUCCIÓN, BIOMASA	55
TABLA 24. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS, PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	56
TABLA 25. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS, PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	56
TABLA 26. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS, PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	57
TABLA 27. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE BIOMASA, PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	57
TABLA 28. TOTAL DE EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIA MANUFACTURERA*	57
TABLA 29. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS, PARA LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	58
TABLA 30. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA AÉREA	58
TABLA 31. PODERES CALORÍFICOS	59
TABLA 32. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA TERRESTRE	59
TABLA 33. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRASPORTE DE AVIACIÓN PARA GASOLINA DE AVIACIÓN Y KEROSENO JET.....	60
TABLA 34. FACTORES DE EMISIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE PARA EL TRASPORTE DE AVIACIÓN PARA GASOLINA DE AVIACIÓN Y KEROSENO JET	60
TABLA 35. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GASOLINA DE AVIACIÓN, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE AÉREO.....	60
TABLA 36. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE KEROSENO JET, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE AÉREO	61
TABLA 37. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DIESEL OIL, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE AÉREO	61
TABLA 38. TOTAL DE EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE AÉREO.....	61
TABLA 39. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA TERRESTRE.....	62
TABLA 40. PODERES CALORÍFICOS	62
TABLA 41. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA TERRESTRE	63
TABLA 42. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRASPORTE TERRESTRE, PARA LA GASOLINA MOTOR	63
TABLA 43. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRASPORTE TERRESTRE, PARA DIESEL OIL.....	64
TABLA 44. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRASPORTE TERRESTRE, PARA GLP	64
TABLA 45. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO GASOLINA MOTOR, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE TERRESTRE	64
TABLA 46. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DIESEL OIL, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE TERRESTRE	65
TABLA 47. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GLP, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE TERRESTRE	65
TABLA 48. TOTAL DE EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE TERRESTRE.....	65
TABLA 49. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO GASOLINA MOTOR, PARA LA ACTIVIDAD EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS.....	66
TABLA 50. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DIESEL OIL, PARA LA ACTIVIDAD EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	66
TABLA 51. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA MARÍTIMO Y FLUVIAL .	67

TABLA 52. PODERES CALORÍFICOS	67
TABLA 53. CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA ACTIVIDAD DEL TRASPORTE POR VÍA MARÍTIMO Y FLUVIAL .	68
TABLA 54. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL, POR EL USO DE GASOLINA MOTOR	68
TABLA 55. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL, POR EL USO DE DIESEL MARINO.....	69
TABLA 56. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GASOLINA MOTOR, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL.....	69
TABLA 57. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE DIESEL MARINO, PARA LA ACTIVIDAD TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL.....	69
TABLA 58. TOTAL DE EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD DE TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL.....	70
TABLA 59. CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA LA ACTIVIDAD COMERCIO	70
TABLA 60. CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA LA ACTIVIDAD ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES INMOBILIARIAS Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS	71
TABLA 61. CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA LA ACTIVIDAD DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES.....	71
TABLA 62. FACTORES DE EMISIÓN PARA LAS ACTIVIDADES COMERCIAL E INSTITUCIONAL, USANDO GAS NATURAL Y GAS LICUADO DEL PETRÓLEO.....	72
TABLA 63. FACTORES DE EMISIÓN PARA LAS ACTIVIDADES COMERCIAL E INSTITUCIONAL, USANDO COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	73
TABLA 64. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GAS NATURAL Y GLP, PARA LAS ACTIVIDADES DE COMERCIO.....	73
TABLA 65. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS PARA LAS ACTIVIDADES DE COMERCIO.....	74
TABLA 66. TOTAL ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE COMERCIO.....	74
TABLA 67. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GAS NATURAL Y GLP, PARA LA ACTIVIDAD ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES INMOBILIARIAS Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS.....	74
TABLA 68. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS PARA LA ACTIVIDAD ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES INMOBILIARIAS Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS.....	75
TABLA 69. TOTAL ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES INMOBILIARIAS Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS	75
TABLA 70. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GAS NATURAL Y GLP, PARA LA ACTIVIDAD DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES.....	75
TABLA 71. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS PARA LA ACTIVIDAD DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES.....	76
TABLA 72. TOTAL ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES.....	76
TABLA 73. CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA LA ACTIVIDAD DE SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES.....	77
TABLA 74. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL SECTOR HOGARES, USANDO GAS NATURAL Y GLP.....	78
TABLA 75. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL SECTOR HOGARES, USANDO LEÑA.....	78
TABLA 76. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL SECTOR HOGARES POR USO DE GASOLINA MOTOR.....	78
TABLA 77. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA EL SECTOR HOGARES, USANDO GASOLINA MOTOR	79
TABLA 78. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA EL SECTOR HOGARES, USANDO GAS NATURAL Y GLP	79

TABLA 79. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA EL SECTOR HOGARES, USANDO LEÑA	79
TABLA 80. TOTAL EMISIONES PARA EL SECTOR HOGARES.....	80
TABLA 81. CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA.....	80
TABLA 82. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA, USANDO GAS NATURAL	81
TABLA 83. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA, USANDO COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	81
TABLA 84. FACTORES DE EMISIÓN PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA, USANDO LEÑA	82
TABLA 85. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE GAS NATURAL, PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA.....	82
TABLA 86. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA	83
TABLA 87. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR USO DE LEÑA PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA.....	83
TABLA 88. TOTAL ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PARA LA ACTIVIDAD AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA	83
TABLA 89. INTENSIDAD DE EMISIONES POR PIB.....	90
TABLA 90. INTENSIDAD DE EMISIONES POR PIB – ÍNDICE 2005=100	90
TABLA 91. ESTRUCTURA DE LAS CATEGORÍAS DE FUENTE DE EMISIÓN GENERADA POR PROCESOS DE COMBUSTIÓN.....	111
TABLA 92. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2005	115
TABLA 93. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2006	116
TABLA 94. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2007	117
TABLA 95. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2008	118
TABLA 96. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2009	119
TABLA 97. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2010	120
TABLA 98. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2011	121
TABLA 99. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2012	122
TABLA 100. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2013	123
TABLA 101. MATRIZ OFERTA – UTILIZACIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE, AÑO 2014	124

RESUMEN

Sierra Urrego, M.M. Método de estimación de emisiones de gases “calidad del aire” por procesos de combustión como variables de integración a la cuenta de emisiones al aire para Colombia. Trabajo de grado. Magister de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales, Caldas, Colombia. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, 2017. 120 p.

Los gases calidad del aire afectan directamente la salud humana en periodos de exposición cortos, por lo cual son controlados por normas de inmisión, estos contaminantes al igual que los GEI y precursores de ozono entre otros, son registrados por la Cuenta de Emisiones al Aire, la cual se ha venido estructurando en el Sistema de la Cuenta Ambiental y Económica para Colombia, teniendo esta como objetivo medir las descargas al aire generadas por las actividades económicas desde las diferentes problemáticas atmosféricas, logrando coherencia y consistencia con la información económica. Este documento pretende proponer la metodología para involucrar el registro de emisiones de calidad del aire por procesos de combustión con el fin de avanzar en la estructuración de la cuenta, siendo así como se describe el método de cálculo, las clasificaciones utilizadas y la metodología para involucrar dichos resultados a la matriz oferta – utilización de la cuenta de emisiones al aire. El cálculo que se llevó a cabo se estimó para la serie 2005 – 2014, de acuerdo a los consumos energéticos registrados por la Cuenta Ambiental y Económica de Energía, por grandes ramas de actividad económica sugerida por las cuentas nacionales, además de utilizar los factores de emisión expuestos en las metodologías. Los indicadores propuestos, arrojan un comportamiento de ineficiencia en los procesos de combustión, lo cual conlleva a tomar decisiones más drásticas en las políticas que se han venido llevando a cabo en miras de mitigar los impactos ambientales desencadenados en el aire, principalmente las afectaciones directas a la salud humana.

Palabras clave

Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE), emisiones al aire, calidad del aire, factores de emisión, indicadores de intensidad, combustión

ABSTRACT

Sierra Urrego, M.M. Method of estimation of air quality gas emissions by combustion processes as integration variables to the air emissions account for Colombia. Thesis. Master of Sustainable Development and Environment. Manizales, Caldas, Colombia. Manizales University. School of Accounting, Economic and Administrative Sciences, 2017. 120 p.

Air quality gases directly affect human health in short periods of exposure, so they are controlled by immission standards, these pollutants like GHGs and ozone precursors, among others, are recorded by the Air Emissions Account, Which has been structured in the System of Environmental Economic Account (SEEA) for Colombia, with the objective of measuring the air discharges generated by economic activities from different atmospheric problems, achieving consistency and consistency with economic information. This document intends to propose the methodology to involve the recording of emissions of air quality by combustion processes in order to advance the structuring of the account, thus being described the method of calculation, the classifications used and the methodology to involve To the supply - use matrix of the air emissions account. The calculation carried out was estimated for the series 2005 - 2014, according to the energy consumption registered by the System of Environmental Economic Accounting for Energy (SEEA-E), by major branches of economic activity suggested by the national accounts, in addition to using the factors of Emission standards set forth in the methodologies. The proposed indicators show a behavior of inefficiency in the combustion processes, which leads to take more drastic decisions in the policies that have been carried out in order to mitigate the environmental impacts unleashed in the air, mainly the direct effects to Human health.

Keywords

Environmental and Economic Accounting System (SEEA), air emissions, air quality, emission factors, intensity indicators, combustion.

1 INTRODUCCIÓN

El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) se ha venido estructurando en Colombia, desde la creación del Comité Interinstitucional de Cuentas Ambientales (CICA) en el año 1992, siendo así como en el año 2004, con el decreto 262, el DANE inicia sus funciones de incorporar a los sistemas de contabilidad nacional, los sistemas de contabilidad ambiental, de tal forma que el país inicia los procesos de reconocimiento, capacitación, adaptación e implementación de este tipo de sistemas¹.

Entendiendo la importancia que tienen estos sistemas se resalta, la capacidad de armonizar la información desagregada, que una vez se le logre dar consistencia y coherencia con el marco de cuentas nacionales, se pueden obtener análisis de procesos sostenibles, evaluaciones de las tendencias en el uso y disponibilidad de los recursos naturales, y entre otros medir las emisiones líquidas, sólidas y gaseosas resultantes de las actividades económicas. Desde este contexto, se logra entonces iniciar una propuesta de estimación de emisiones al aire, que logre ser coherente y consistente con las unidades económicas, de tal forma que con la continuidad de dicho proyecto, se llegue a la estimación de indicadores que representen la realidad del país en materia de contaminación, uso del recurso, disponibilidad de los recursos naturales, etc.

Desde el contexto anterior, se construye este documento, como una propuesta de integración de las diferentes estimaciones que se han llevado a cabo, para calcular las emisiones de calidad del aire por los sistemas de combustión a nivel nacional, con el fin de sugerir la continuidad que debe darse a la estructura metodológica de la cuenta de emisiones al aire para Colombia, la cual inicia un apoyo de método en el documento “*Manual for air emissions accounts*, EUROSTAT 2015”, el cual se ha soportado para su desarrollo en la metodología “*Inventory of emissions of air pollutants in Europe*” (CORINAIR) 1985, actualizado como “*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013*”, en el marco del cumplimiento del Protocolo de Grotenburgo, y del

¹ Metodología Cuenta Satélite Ambiental – DANE

“Inventario de Gases Efecto Invernadero” estructurado por el IPCC 1996 y 2006, donde sus soportes básicos hacen el soporte técnico y teórico para construir la Cuenta de Emisiones al Aire en el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE), sistema elevado como el primer estándar estadístico internacional para la contabilidad ambiental y económica².

Se planteará entonces a través de este documento la metodología que logra estimar e integrar las emisiones generadas por los sistemas de combustión a la Cuenta de Emisiones al Aire, la cual ha venido siendo estructurada desde la estimación de los gases efecto invernadero, pero que para los fines de la cuenta, todavía faltan algunos flujos por proponer. Desde este documento se pretende describir cómo se llevan a cabo dichas estimaciones para los gases calidad del aire, de acuerdo a las metodologías sugeridas por la unión europea; de igual forma se explicita los desarrollos que se llevarán a cabo partiendo de un contexto metodológico de cuentas nacionales y contabilidad ambiental y desde el principio de residencia, para la concentración de información de variables como producción y consumo principalmente, procedimiento que ayuda a exponer la información económica de manera sinérgica y exhaustiva con la información ambiental, dándole así características de consistencia y coherencia a las estimaciones halladas, cuando se llevan a cabo las relaciones entre sí, obteniendo una matriz oferta - utilización de emisiones en este caso de calidad del aire por contaminante (gases y partículas), ramas económicas y grandes ramas de actividad económica.

De acuerdo a la metodología *air emissions accounts*, EUROSTAT 2015, los gases y partículas que se cuantificarán para calidad del aire son: óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM), dióxido de azufre (SO₂), amonio (NH₃), material particulado menor de 10 y 2,5 micras (PM₁₀, PM_{2,5}) y partículas suspendidas totales (PST) principalmente.

² Revision SEEA. United Nations Statistics Division

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la preocupación de la falta de información sinérgica existente para el análisis de los procesos sostenibles, y entre ellos la evaluación de las tendencias en el uso y disponibilidad de los recursos naturales, la medición de emisiones líquidas, sólidas y gaseosas resultantes de las actividades económicas, con miras a la toma de decisiones de índole sectorial, público, político y ambiental, entre otros; y entendiendo que este tipo de análisis deben desencadenarse de variables económicas, ambientales y sociales, principalmente, se ha venido estructurando un sistema robusto desde Naciones Unidas, que logre inicialmente, relacionar las variables económicas y ambientales, para tal fin.

De esta manera, se logra establecer el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, el cual se ha construido como marco conceptual, de tal forma que logre explicar las implicaciones económicas en el medio ambiente. Este sistema es un instrumento que se considera de alto potencial para los análisis actuales, de diferentes esquemas como crecimiento verde, economía verde, análisis OCDE y ODS. Desde estas necesidades, se ha planteado que se hace necesario construir el instrumento con el fin de armonizar la información estadística ambiental y económica, de tal forma, que dicha información mejore sus características en términos, de oportunidad, calidad, disponibilidad, cobertura, y periodicidad, entre otros. El planteamiento del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas viene del año 1992, a partir de los desarrollos holísticos que se desencadenaron en torno al nuevo paradigma del desarrollo sostenible. Una vez se estableció agenda 21, en su capítulo 8 donde se expresan los lineamientos de cómo integrar el medio ambiente y el desarrollo en la adopción de decisiones, en su objetivo D, donde se plantea la implementación de sistemas de contabilidad ecológica y económica integrada y el fortalecimiento de las cuentas nacionales en los países.

Este desarrollo, como bien se menciona anteriormente, fué elevado como estándar internacional en el año 2012, por lo cual Colombia, desde el DANE, ha venido adaptándolo como parte de las cuentas satélite del Sistema de Cuentas Nacionales; desde este esquema, se ha venido estructurando dicho instrumento en todas sus líneas, entre ellas la cuenta de emisiones al aire, la cual se dibuja desde las necesidades de país, y desde los lineamientos del SCAE.

Los lineamientos anteriormente mencionados son el esquema de lo que debe contener las cuentas, sin embargo hay que hacer una construcción propia desde los elementos disponibles en el país para su desarrollo, la cual es la que se pretende estructurar y aportar desde este documento, para avanzar en los procesos de conceptualización, consolidación e implementación de la cuenta, buscando así entre otros, que dicho instrumento sea uno de los insumos relevantes en la toma de decisiones. Si bien es cierto y como ha mencionado la OCDE en el Informe “Evaluaciones del desempeño ambiental, Colombia, 2014), uno de los principales desafíos de la información ambiental es que logre ser vinculada con análisis políticos, de esta manera se requiere fortalecer los vínculos de dicha información con otras variables como las sociales y las económicas, además de ser todavía insuficiente para la orientación de dichas políticas.

Con este análisis, se evidenció además, que no existe en el país un inventario nacional de emisiones, la información existente de inventarios es local, departamental, y nacional, de acuerdo a los intereses propios de los entes territoriales, por lo que se considera la información enteramente desarticulada, lo cual expresa dificultad en un análisis conjunto y sinérgico de dichos comportamientos para ser usados como instrumentos de decisión.

Partiendo de estas debilidades y fortalezas, se ha entonces conceptualizado la necesidad desde la estructura de las estadísticas nacionales, estructurar el sistema propuesto por Naciones Unidas, además de ser impartido como rigor estadístico dentro de la concepción de las cuentas nacionales, ya que este instrumento además, servirá como estadística de ajuste y control para dichas cuentas, mejorando así, aún más los procesos internos que se llevan a cabo para la consolidación del principal indicador económico como es el Producto Interno Bruto, y con los años, otros indicadores que medirán no sólo la economía sino también la sostenibilidad, y entre ellos indicadores de intensidad, de

productividad y de desacoplamiento, entre muchos otros propuestos para este tipo de análisis.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se integra a la Cuenta de Emisiones al Aire, las emisiones de gases calidad del aire generadas por los procesos de combustión en el marco del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas para Colombia?

2.3 SUPUESTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, se tienen diferentes tipos de inventarios de Gases Efecto Invernadero, de Gases de Calidad del Aire, de Gases de Acidificación, de Metales Pesados, de Gases que Afectan la Capa de Ozono, de manera local, regional y nacional, y con base a las necesidades de cada uno de los entes territoriales o las entidades privadas, los cuales se llevan a cabo de acuerdo a la metodología propia de la institución que desee hacer dichas estimaciones, por lo cual se observan diferentes conceptualizaciones, factores de emisión, coberturas, periodos de registro y análisis entre otros. Este tipo de información se relaciona con los agregados económicos principalmente con el valor agregado y el producto interno bruto, los cuales establecen indicadores que pueden dar luces, sobre la situación actual de la zona de estudio, para un caso local, regional o nacional e incluso internacional, de tal forma que pueden observarse toma de decisiones en materia de políticas de sector, ambientales y sostenibles entre otras.

Esta información logra ser relacionada con dichos agregados económicos, con la incertidumbre de tener una información relacionada con la misma metodología de cálculo entre los agregados económicos y la información ambiental estimada y recopilada, de tal manera, que se obtiene en muchos casos resultados poco dicentes, exactos, o coherentes debido a los vacíos que se tiene entre la información ambiental y la información económica, a tal punto, que en algunos casos, resulta este tipo de análisis no utilizados para la toma de decisiones, y en otros avalada y concertada dichos resultados con incertidumbre de la información arrojada.

2.4 JUSTIFICACIÓN

Partiendo de la importancia y la necesidad de implementar el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas para Colombia, se observa de vital importancia adelantar los procesos de estructuración e implementación de las cuentas que conforman dicho sistema. En la actualidad se ha avanzado en la estructura de varias cuentas entre ellas, la cuenta de energía, la cuenta del agua, la cuenta del bosque, la cuenta de residuos sólidos, la cuenta del gasto en protección ambiental y la cuenta de emisiones, en la cual como en cada una de las mencionadas, se vienen estructurando e implementando de acuerdo a la información disponible, a las discusiones técnicas de viabilidad de los procesos y a la necesidad que presente dicha información frente a los intereses del País.

La cuenta de emisiones al aire, se presenta como una de las cuentas base en materia de impactos ambientales, junto con la cuenta de residuos, por lo cual se hace necesario avanzar en la estructura e implementación, partiendo además de la necesidad de responder a la información solicitada por las diversas iniciativas internacionales que analizan los procesos sostenibles, y que son parte de las obligaciones de País, de proveer dicha información.

Como se ha mencionado con anterioridad, en Colombia no se observa aún una consolidación de información nacional sinérgica de los diferentes gases que afectan en distintas formas el medio ambiente y la salud humana; con el objetivo de reportar dicha información de manera consistente y coherente con las variables económicas, y responder a las iniciativas internacionales, se adelanta en la cuenta de emisiones al aire, las emisiones generadas por los procesos de combustión de combustibles fósiles, información que proviene de la cuenta de energía, donde se consolida información monetaria y física que relaciona el componente de sector, de recurso natural y económico con las emisiones; en la actualidad se pretende con esta investigación adelantar la cuenta de emisiones al aire, con otro componente, que es el componente de emisiones generadas por producción y utilización de materiales, información que provendrá de la cuenta de materiales, que se encuentra en estudios de viabilidad, este componente pretende robustecer el instrumento de emisiones al aire, de tal forma que se logre

incorporar una vez se consoliden las emisiones generadas por procesos de biodegradación, de actividades agrícolas, silvícolas y cambios en el uso del suelo.

Una vez se logre consolidar todos los componentes se logrará relacionar las variables monetarias consolidadas con las variables físicas de los registros de recurso y el impacto generado por las diferentes actividades económicas, analizadas según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y la Clasificación Central de Productos (CPC), las cuales son la base de la nomenclatura de los estudios económicos, y por ende los análisis que se llevan a cabo.

Estudiando y participando de las mesas técnicas interinstitucionales que se han llevado a cabo, en el marco de los indicadores de desarrollo sostenible, se ha detectado, y priorizado la necesidad de fortalecer las cuentas ambientales, con el fin de suministrar la información requerida, ya que las iniciativas internacionales han organizado los indicadores en el marco de las cuentas nacionales, de tal forma que dicha información debe tener la sinergia que se requiere para estos cálculos.

Vale la pena, aclarar, que los instrumentos de inventarios como los instrumentos de cuentas, tienen fines enteramente diferentes, y están contruidos y calculados desde diferentes ópticas, por lo cual, no se excluye el uno del otro.

Los inventarios están concebidos para responder en el caso de GEI a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, y los de emisiones de calidad del aire, de SAO's y otros, para procesos de control de la problemática, que desde las perspectivas económicas no es posible establecer sinergias, porque su lógica se sale de los esquemas de elaboración estadística del marco de las cuentas nacionales.

3 MARCO TEÓRICO

Partiendo de la gran preocupación que expresó Gro Harlem Brundtland, en su informe “Nuestro Futuro Común”, se evidenciaron varias premisas relevantes que soportan el desarrollo hoy en día de instrumentos que procesan contabilidad ambiental, entre ellos el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas (SCAEI), siendo la principal “el planteamiento de la posibilidad de obtener un crecimiento económico basado en políticas de sostenibilidad y expansión de la base de recursos ambientales”, (traducción de la Universidad Politécnica de Valencia) debido a la gran preocupación de que el desarrollo está ligado indiscutiblemente al uso de los recursos naturales (insumos naturales), y que estos en su gran mayoría están en vía de extinción, y que dimensionando el futuro económico, el desarrollo estaría en peligro, por lo cual se identifica que se logra argumentar que debe tenerse en cuenta que la premisa expresada, es condicional, lo cual puede depender de las “acciones políticas decididas que permitan desde ya un buen manejo de los recursos naturales”, y que para una buena toma de decisión, se requiere un marco de información robusto y exhaustivo para lograr este fin último.

Desde este contexto se ha venido estructurando y analizando la información existente para la toma de decisiones, donde se observa que la mayoría de las estadísticas básicas y derivadas se elaboran de manera aislada y puntual, de acuerdo a los requerimientos y problemáticas, además de ser esta información enteramente ajena a la información que se consolida para análisis económicos, siendo así, como se determina de acuerdo a un informe elaborado por la CEPAL en el año 2003, que el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) pone al SCAE como una cuenta satélite que ayuda a este instrumento a “evaluar la sostenibilidad del funcionamiento de una economía desde el punto de vista ecológico”.

Es entonces como se logra iniciar una serie de planteamientos desde la División Estadística de las Naciones Unidas en el año 1993, en el cómo se llevarían a cabo las mediciones para lograr integrar las variables económicas y ambientales, y lograr que

estas sean enteramente sinérgicas para tomar decisiones de manera más coherente y consistente, para dar luces y guía a la política pública, publicando entonces la primera versión de un instrumento de contabilidad ambiental denominado “Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas (SCAEI)”, y que aún en la actualidad se sostienen discusiones del marco en materia de medición, ya que sigue el marco en construcción y cuestionamiento de muchos de los procesos ambientales que deben ser registrados y monitoreados, debido a su gran complejidad, y además de ello a la complejidad estadística desarrollada por cada uno de los países.

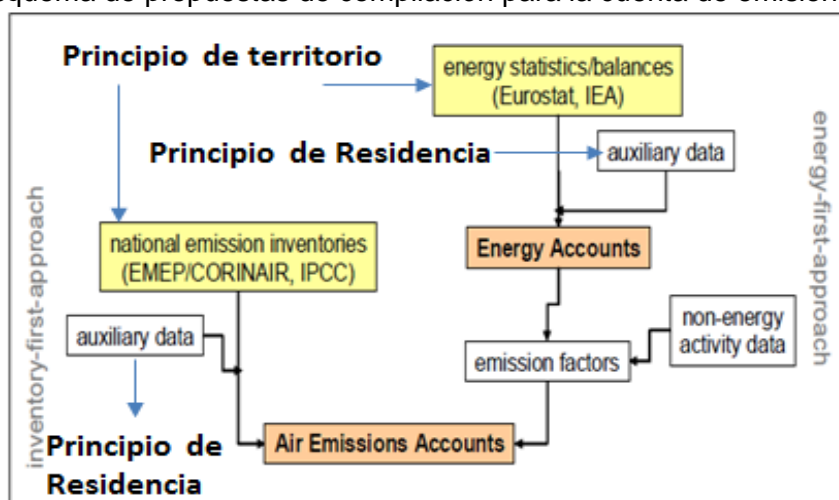
El SCAE entonces logra a través de las nomenclaturas y clasificaciones utilizadas en la economía para los análisis macroeconómicos integrar las estadísticas ambientales, para iniciar una lectura equivalente de las variables, esclareciendo y dimensionando de acuerdo a los intereses más relevantes el análisis de los recursos naturales entre ellos el agua, la energía, el bosque y el flujo de materiales, generando así la dimensión que el uso de estos recursos en la economía podrían estar descargando como residuos al ambiente en estado sólido, líquido ó gaseoso, siendo este estudio también parte del sistema, inmerso en el flujo de materiales y parte del desarrollo que se propone para esta investigación, donde se tratará la metodología de cálculo de gases de calidad del aire generadas por sistemas de combustión en el marco de la Cuenta de Emisiones al Aire, subcuenta de la cuenta de flujo de materiales del sistema de contabilidad ambiental y económico elevado por Naciones Unidas en el año 2012.

Este sistema ha venido siendo explorado por los países europeos desde la década del noventa (Luengo, Félix), desarrollando con apoyo de EUROSTAT cuentas de gasto en protección ambiental, cuentas de flujos del agua, cuentas de flujos de materiales, cuentas de residuos y cuentas de flujos de energía y emisiones, entre otros; generando indicadores que logran explicar los diferentes comportamientos que pueden inducir a la toma de decisiones en aspectos como mitigación, impuestos, tasas de uso, etc. Avalando esta experiencia la necesidad de este tipo de instrumentos, se llevó a cabo una normatividad para la comunidad europea donde se obliga a los países a reportar sus cuentas dentro del marco del SCAE, y se ha venido extendiendo la vinculación de los otros países a este esquema, por lo cual países como México, Colombia, Guatemala, Ecuador, Costa Rica, Brasil, Paraguay, Uruguay, Perú, Panamá, Chile, Jamaica,

República Dominicana, Santa Lucía, Botsuana, Madagascar, Filipinas, Indonesia y Ruanda, entre otros, han venido implementando este tipo de desarrollos (CEPAL, WAVES, Banco Mundial, 2017).

Como se ha resaltado anteriormente, el marco conceptual de estos desarrollos es una sugerencia metodológica, sin embargo estas metodologías están sujetas al cómo se llevan a cabo las estadísticas en los países, y es así, como en Europa donde se ha venido desarrollando hace varios años la Cuenta de Emisiones al Aire (CEA), para el caso de esta investigación, se ha determinado que es posible llegar a la consolidación de la Cuenta de Emisiones al Aire a partir de la Cuenta de Energía previamente construida o a partir de los Inventarios Nacionales de Emisiones, tal y como se observa en la propuesta metodológica del Manual de Cuentas de Emisiones al Aire, emitido por EUROSTAT, 2009, según la siguiente figura.

Figura 1. Esquema de propuestas de compilación para la cuenta de emisiones al aire

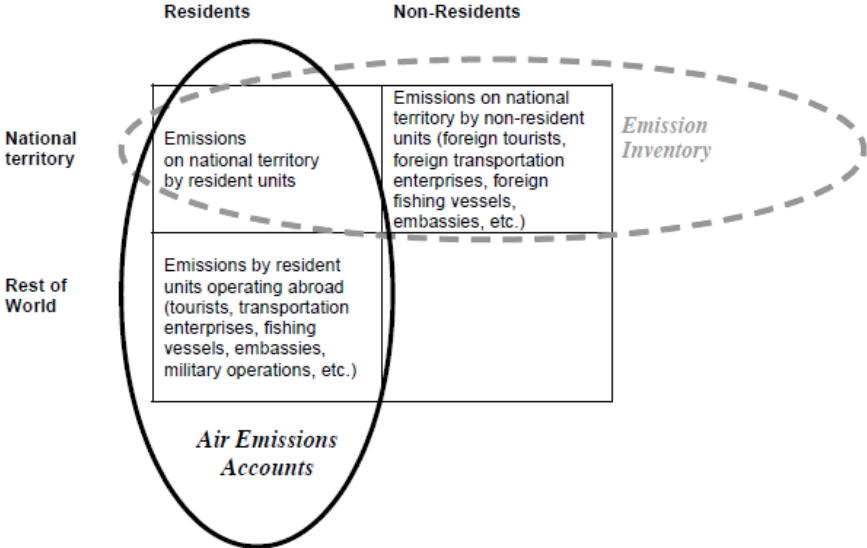


Fuente. Manual for Air Emissions Accounts. Eurostat. 2009

Colombia, desde el ejercicio que se adelanta en el DANE, ha venido elaborando la Cuenta de Emisiones al Aire a partir del SCAE-ENERGIA, garantizando así la coherencia y consistencia con las unidades físicas y monetarias de energía, las cuales están dadas desde cuentas nacionales por los ejercicios de valoración de bienes y servicios, además de garantizar las correlativas de nomenclaturas y clasificaciones de productos de energía, obteniendo entonces inherentemente el principio de residencia debido a ya la información registrada de importaciones y exportaciones (balanza de pagos, enclave, contrabando,

zonas francas) los cuales están debidamente medidos en las cuentas nacionales (SCN, 2008).

Figura 2. Esquema y diferencia entre el principio de territorio y principio de residencia

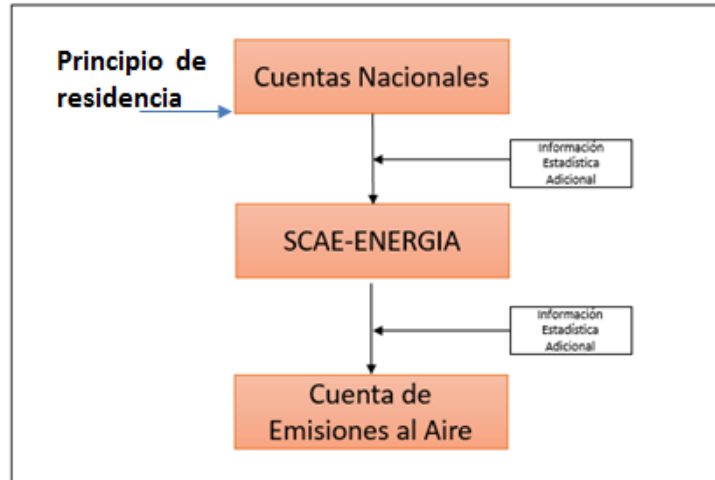


Fuente. Manual for Air Emissions Accounts. Eurostat. 2009, y Actualización 2015.

Siendo este el criterio por el cual en Colombia, se ha venido construyendo las cuentas directamente desde el concepto de residencia, sin desconocer la información para el caso de energía, del balance energético colombiano, y de los inventarios de emisiones existentes, que para el caso Colombia, solo se tiene el de Gases Efecto Invernadero, se hacen procesos de control y ajuste con dicha información, pero no se parte de ella para construir estos desarrollos, debido a su construcción desde el principio de territorialidad, además de entender claramente que estos instrumentos dan respuesta a iniciativas enteramente diferentes a las intencionadas por el SCAE, el cual como objetivo último es medir los avances del desarrollo sostenible. Es así, entonces como se deriva del SCAE-ENERGIA para Colombia, las emisiones generadas por procesos de combustión, para la Cuenta de Emisiones al Aire, y se expresa en esta investigación una propuesta de cómo medir los gases calidad del aire para el contexto nacional, resaltando, que en la actualidad no existen inventarios nacionales de emisiones de gases calidad del aire, por lo cual la metodología contribuye no sólo a un desarrollo metodológico para el SCAE-Colombia, sino para desarrollos de la misma índole en países de la región, que tengan las mismas o

parecidas estadísticas ambientales y económicas construidas, además de contribuir a los desarrollos de las estadísticas ambientales del país.

Figura 3. Esquema de compilación de la Cuenta de Emisiones al Aire, Colombia



Fuente. Metodología Cuenta Satélite Ambiental. DANE
Esquema elaborado por el autor de esta investigación

Desde esta coherencia se ha logrado demostrar que existe mayor exhaustividad en los indicadores derivados de intensidad y productividad, además de los análisis de desacoplamiento que se logran evidenciar, logrando desde esta perspectiva una mejor toma de decisiones, respecto a las actividades económicas que derivan estos impactos, y como podría modelarse en un cambio de uso de recursos.

Se resalta entonces que para el desarrollo de esta investigación, más allá de exponer la aplicación de las metodologías de cálculo de emisiones ya dadas por los organismos internacionales, y ya aplicadas para muchos casos a nivel local principalmente para el caso de gases calidad del aire, se expone la metodología de cómo debe integrarse este cálculo de emisiones a la Cuenta de Emisiones al Aire, garantizando la coherencia macroeconómica en el Marco del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, procedimiento que no se ha llevado aún, en la región de América Latina y del Caribe, ya que los adelantos existentes son únicamente para Gases Efecto Invernadero, a diferencia de los registros ya existentes de la Unión Europea, quienes tienen inventarios nacionales de emisiones para diferentes iniciativas como lluvia ácida, gases efecto invernadero, calidad del aire, metales pesados, entre otros, exhaustivos.

3.1 ANTECEDENTES

Las mediciones macroeconómicas, tienen como objetivo registrar y analizar bajo parámetros armonizados y sinérgicos, la situación económica del país; desde este esquema se han creado las cuentas nacionales para consolidar la contabilidad de la producción, generación de ingresos, la distribución de los ingresos, la redistribución de renta, utilización de los ingresos y la acumulación financiera y no financiera, entre otros (SCN, 1993).

En el año 1993, a partir de las discusiones de Agenda 21, se estableció la necesidad de involucrarle a las mediciones macroeconómicas, las cuentas ambientales, de tal forma que se lograra integrar la información económica y ambiental con el fin de llegar a mediciones de carácter sostenible, y así lograr tomar decisiones en este sentido. Es así como entonces se establece a partir de este documento, en su capítulo 8, ítem d, iniciar el “establecimiento de sistemas de contabilidad ecológica y económica integrada”.

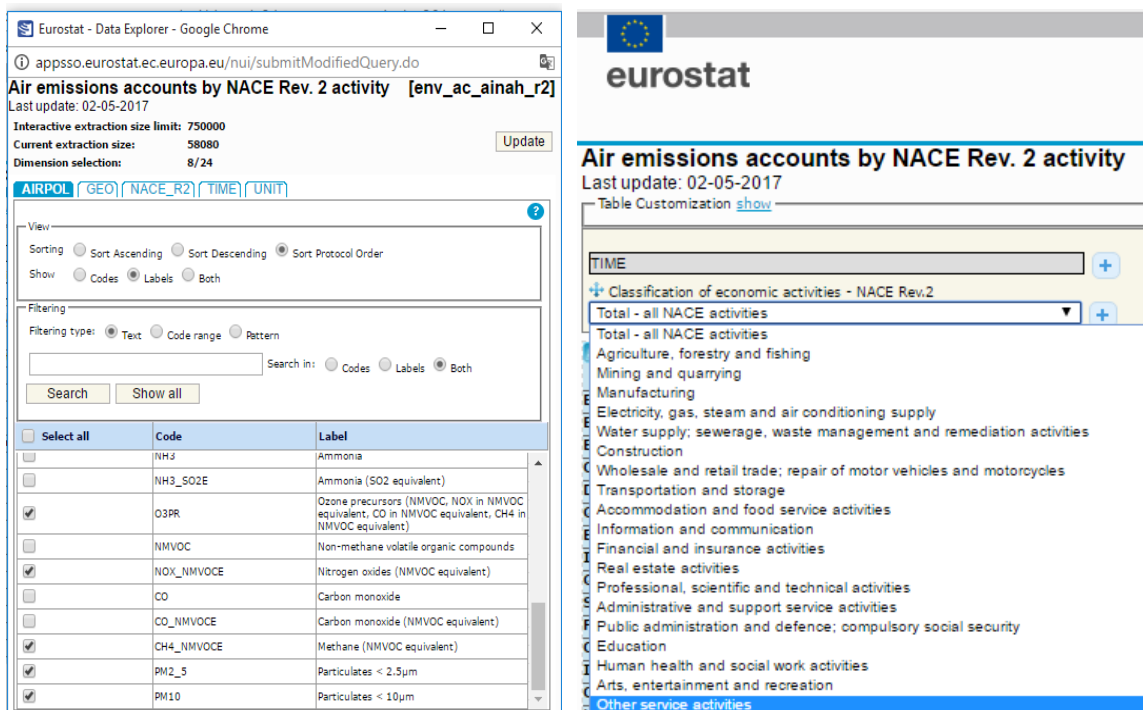
Con el fin de avanzar en los procesos de medición de la sostenibilidad, Naciones Unidas, propuso el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE), el cual, actúa como una cuenta satélite de las Cuentas Nacionales. Este sistema, es un marco conceptual multipropósito, que tiene como fin relacionar las estadísticas ambientales y económicas en un mismo esquema de compilación, medición y cálculo, de tal forma que se establezca una sinergia que le dé consistencia y comparabilidad a las mediciones, y por ende mayor confiabilidad a los indicadores derivados de este tipo de investigación, los cuales explicarán comportamientos de tipo económico con consecuencias ambientales (SCAE 2012).

El esquema de contabilidad ambiental, inició en el año 1993 en la Unión Europea, con una propuesta de los autores Keuning (1992, 1993) de Haan & Keuning (1996) y de Boo, Bosch, Gorter y Keuning (1991, 1993), con la matriz NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts), la cual fue explorada por varios países entre ellos Austria, Holanda y Eurostat, desde entonces muchos países vienen esquematizando la Cuenta de Emisiones al Aire, desde el contexto NAMEA, Francia, a través del “*The Interprofessional Technical Centre for Studies on Air Pollution – CITEPA*) expone que la metodología que usan para integrar la medición ambiental a la medición macroeconómica

a partir de los inventarios es: “Las emisiones atmosféricas en el inventario se enumeran por sectores económicos representados por un código NAMEA (equivalente a NACE, la clasificación estadística de actividades económicas de la Comisión Europea en la UE), que permite establecer indicadores que vinculen las emisiones producidas con los volúmenes de actividad en cada rama de la economía. Por lo tanto, estos indicadores generan información sobre la ecoeficiencia de las diferentes ramas de actividad y pueden utilizarse para vigilar las tendencias y hacer comparaciones entre países”, siendo esta la metodología expuesta por la comunidad europea en cabeza de EUROSTAT, ente encargado de recopilar esta estadística.

A continuación, se muestran los diferentes contaminantes que han venido contemplando para el cálculo de la Cuenta de Emisiones al Aire en la Comunidad Europea, según la siguiente figura,

Figura 4. Gases y actividades económicas medidas por EUROSTAT, para la Cuenta de Emisiones al Aire



Fuente. Reportes, Air Emissions Accounts. EUROSTAT, 2017

Figura 5. Emisiones de PM₁₀, para los países europeos en toneladas

eurostat Important legal notice
v3.4.1-20170407-5940-PROD_EUROBASE
DATA-EXPLORER_PRODmanaged23

[env_ac_ainah_r2]

Air emissions accounts by NACE Rev. 2 activity
Last update: 02-05-2017

Table Customization [show](#)

TIME: [dropdown] GEO: [dropdown] Air pollutants and greenhouse gases: [dropdown]
 Classification of economic activities - NACE Rev.2: [dropdown] Unit of measure: [dropdown]
 Total - all NACE activities: [dropdown] [Tonne]

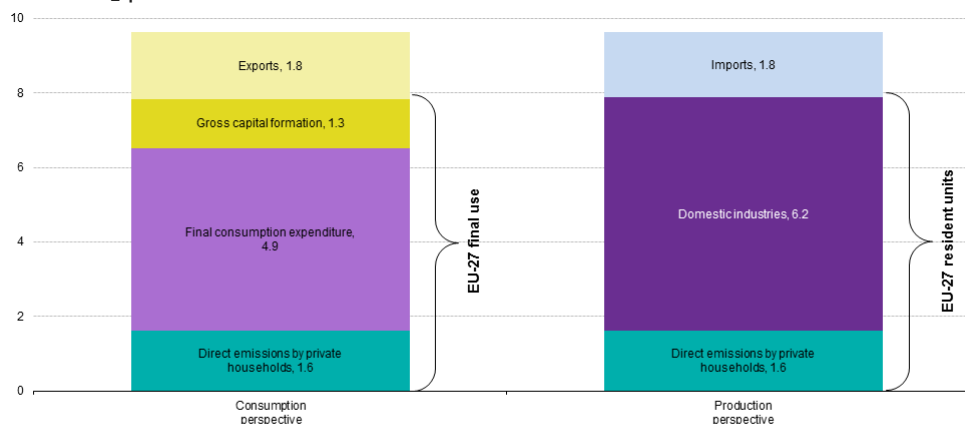
GEO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
European Union (28 countries)	:	:	1,629,497.28 ⁽¹⁾	1,490,666.2 ⁽¹⁾	1,452,805 ⁽¹⁾	1,427,694.89 ⁽¹⁾	1,378,557.76 ⁽¹⁾	1,356,900.32 ⁽¹⁾	1,328,003.01 ⁽¹⁾	:
Belgium	30,250.37	27,927.83	26,116.67	20,572.17	21,409.96	20,681.12	19,942.05	19,857.71	19,428.98	:
Bulgaria	:	:	27,051.53	39,213.27	31,460.72	25,200.99	21,158.76	23,059.93	22,425.47	:
Czech Republic	:	:	30,149.07	26,907.8	26,145.5	24,467.31	23,249.01	22,939.69	21,775.93	:
Denmark	160,268.06	60,571.53	57,501.76	51,030.91	41,436.25	40,494.05	38,527.14	36,205.31	35,434.96	:
Germany (until 1990 former b	:	:	306,844.32	269,714.68	242,912.95	235,772.82	245,761.81	249,169.42	244,108.85	:
Estonia	:	:	15,662.96	12,472.42	20,894.49	31,682.34	10,543.42	15,010.46	10,618.64	:
Ireland	18,266.04	17,670.33	17,609.44	16,187	15,825.75	15,396.76	15,297.75	15,099.62	15,276.27	:
Greece	:	:	87,379.71	86,342.58	83,664.41	82,548.64	83,439.69	87,447.45	87,125.48	:
Spain	:	:	92,415.37	83,803.8	78,273.14	79,486.6	76,237.83	71,101.98	69,843.98	:
France	:	:	212,219.02	199,283.36	199,421.07	196,963.17	190,783.06	189,886.71	180,567.35	:
Croatia	:	:	14,939.87	13,495.58	11,612.25	10,901.87	10,330.02	9,207.44	9,241.93	:
Italy	133,631.3	126,670.98	129,836.97	108,035.22	110,736.88	107,469.01	98,775.75	92,802.51	88,384.35	:
Cyprus	:	:	3,670.77	3,253.55	3,120.25	2,743.02	2,093.48	1,737.35	1,693.33	:
Latvia	11,854.16	12,689.79	12,149.87	10,279.99	10,638.65	11,348.78	12,222.14	11,934.43	12,620.83	:
Lithuania	:	:	5,365.08	4,846.01	5,049.64	5,077.59	5,033.09	4,689.25	4,824.37	:
Luxembourg	:	:	2,051.95	1,910.88	1,996.44	1,945.6	1,860.41	1,770.8	1,841.34	:
Hungary	31,458.61	30,513.6	29,802.28	28,401.94	26,996.52	26,940.01	25,686.09	25,315.61	27,002.74	:

Fuente. Reportes, Air Emissions Accounts. EUROSTAT, 2017

EUROSTAT resalta en sus análisis, que la información consolidada se adecua hacia el principio de residencia, obteniendo mejor información integrada para análisis de huella de carbono y escenarios de cambio climático, entre otros, de acuerdo como se esquematiza en la siguiente figura.

Figura 6. Emisiones nacionales y globales de CO₂ – Perspectiva de consumo y producción, UE-27, 2011 (1)

Toneladas de CO₂ por habitante



(1) Estimates.
Source: Eurostat (online data codes: env_ac_ainah_r2, env_ac_io2 and demo_qind)

Fuente. Reportes, Air Emissions Accounts. EUROSTAT, 2017

En el contexto regional, la CEPAL, ha venido integrando y difundiendo la implementación de las cuentas ambientales en 15 países de América Latina y del Caribe, en donde algunos han venido adelantando sus desarrollos de manera fuerte, mientras que otros de manera incipiente inician sus primeros pinitos en estos ejercicios, como lo muestra la siguiente figura,

Figura 7. Estado de implementación en cuentas ambientales, en América Latina y del Caribe, año de actualización, 2017.

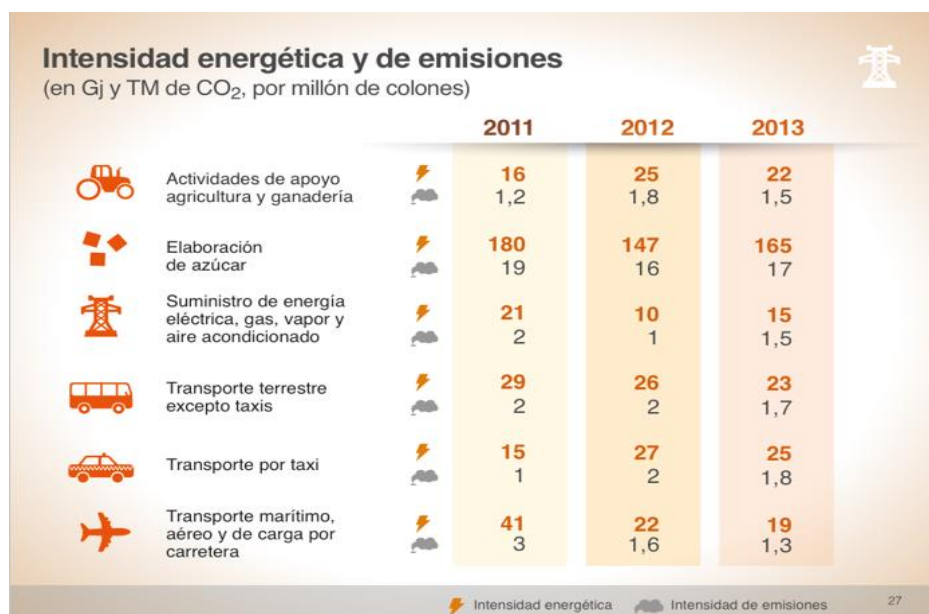
Países	Cuentas de Activos Ambientales											Cuentas de Flujos			Cuentas Activadas Ambientales y transacciones asociadas			Cuentas experimentales de Ecosistemas
	Minerales y Energéticos				Recursos Madereros (Bosque)		Tierra	Recursos de Agua		Recursos Acuáticos		Energía	Emisiones Aire	Residuos Sólidos	GPA Gob	GPA Priv	otros	
	Hidrocarburos		Minerales		Stock	Flujos	Stock	Stock	Flujos	Stock	Flujos							
Bolivia	e		e		e			e		e								
Brasil							b	b	b									
Chile							c					c	c	c			c	
Colombia	a/b		a/b		a/b		b/c		a/b			a/b	a/b	a/b	a/b	a/b	a/b	
Costa Rica					a	a		a	a			a	a				b	
Ecuador	b	b			b	b	b		c			b	c	b	c			
Guatemala	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			
Jamaica												c						
México	a	a			a	a		a	a	a		a	a	a			c	
Panamá									a					a	d			
Paraguay					c	c						c		c				
Perú					d	d		c	c					b			a/b	
República Dominicana								a/b	a/b			d						
Saint Lucía								b				d						
Uruguay					d		c	d	d									

a: Cuentas publicadas
b: Cuentas con resultados preliminares/provisionales
c: Cuentas en proceso de desarrollo
d: Cuentas en planes de desarrollo
e: Estudios realizados una sola vez por institutos de investigación
Nota: Sujeto a revisión

Fuente. CEPAL – WAVES – Banco Mundial. 2017. Taller Cuentas de Energía y Emisiones en la República Dominicana

Se observa que en Las Cuentas de Emisiones al Aire, los países han venido adelantando sus ejercicios como son Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala y México en diferentes instancias, donde se ha observado que los avances en la cuenta de emisiones han sido solamente en emisiones de CO2, por lo cual se exponen algunos ejemplos de reporte, como Costa Rica, Guatemala y México que junto a Colombia vienen siendo pioneros en el desarrollo de este tipo de cuentas, como se observa en las siguientes figuras.

Figura 8. Reporte Cuenta de Energía y de Emisiones, Costa Rica



Fuente. Banco Central de Costa Rica. Cuentas Ambientales

Figura 9. Balances y flujos físicos de los recursos naturales, México

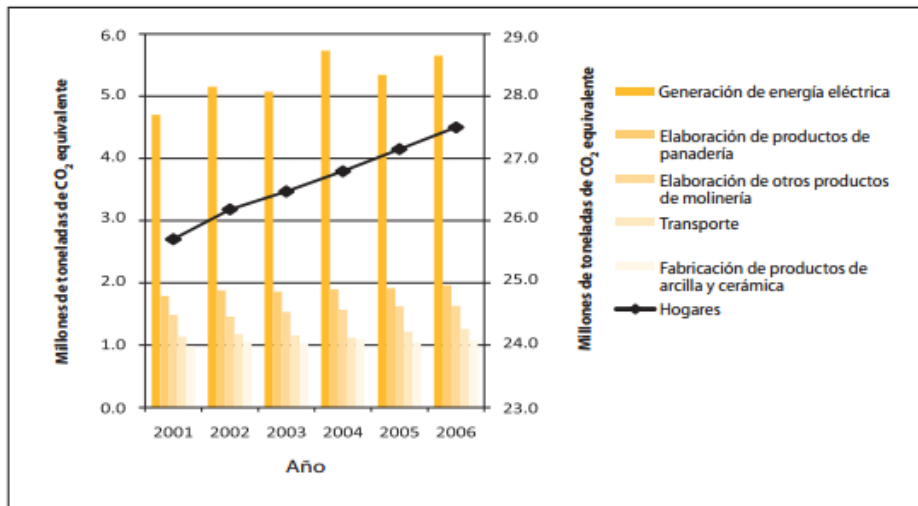
Recursos	Unidad de medida	2003	2012 ^P	TMCA ¹	Observaciones
Forestal (Existencia de bosques)	millones de metros cúbicos de madera en rollo	3 962.6	3 825.2	-0.39	Balance Apertura +/- Cambios = Balance de Cierre
Hidrocarburos (Reservas totales)	millones de barriles	48 040.6	44 528.2	-0.84	Balance Apertura +/- Cambios = Balance de Cierre
Agua subterránea (Sobreexplotación)	millones de metros cúbicos	5 704.0	5 938.7	0.45	Flujo
Emisiones contaminantes al aire	millones de toneladas	19.1	18.4	-0.41	Flujo
Generación de residuos sólidos urbanos	millones de toneladas	38.0	46.4	2.24	Flujo
Contaminación del agua (Descargas de agua residual no tratadas)	millones de metros cúbicos	8 689.5	20 738.6	10.15	Flujo
Degradación del suelo (Superficie afectada)	millones de hectáreas	73.4	75.4	0.31	Flujo

¹ Tasa media de crecimiento anual.

^P Cifra preliminar.

Fuente. INEGI. México. Cuentas económicas y ecológicas de México 2013: preliminar: año base 2008

Figura 10. Principales emisores de GEI (CO₂eq), Guatemala



Fuente. IARNA - Universidad Rafael Landívar. Cuenta Integrada de Energía y Emisiones. Guatemala, 2009

Sin embargo, vale la pena resaltar, que justo para la búsqueda de consolidación y exhaustividad de Las Cuentas de Emisiones al Aire, se debe ampliar el esquema de medición del grupo de sustancias y partículas prioritarias en la medición de impactos ambientales en el aire.

Es entonces, como esta investigación, pretende aportar y profundizar en nuevos desarrollos como son las emisiones de gases criterio o gases calidad del aire, con el fin de ampliar la medición existente de La Cuenta de Emisiones al Aire para Colombia, basado en la propuesta de EUROSTAT, y soportado en la necesidad de conocer el comportamiento de este tipo de emisiones desde el contexto nacional, ya que en miras de minimizar los efectos del cambio climático, se ha olvidado crear estrategias mas reiterativas en los gases calidad del aire, tan fundamentales e impactantes en la salud humana, exponiendo en la siguiente figura los grupos de contaminantes que se sugieren para la cuenta de emisiones.

Figura 11. Gases y partículas incluidas en las cuentas de emisiones al aire por EUROSTAT

Code	Gaseous or particulate substances	Measurement unit
CO ₂	Carbon dioxide without emissions from biomass	1000 metric tonnes
biomass CO ₂	Carbon dioxide from biomass used as fuel	1000 metric tonnes
N ₂ O	Nitrous oxide	Metric tonnes
CH ₄	Methane	Metric tonnes
HFC	Hydrofluorocarbons	Metric tonnes CO ₂ -equivalents
PFC	Perfluorocarbons	Metric tonnes CO ₂ -equivalents
SF ₆	Sulphur hexafluoride	Metric tonnes CO ₂ -equivalents
NO _x	Nitrogen oxides	Metric tonnes NO ₂ -equivalents
SO _x	Sulphur oxides	Metric tonnes SO ₂ -equivalents
NH ₃	Ammonia	Metric tonnes
NMVOG	Non-methane volatile organic compounds	Metric tonnes
CO	Carbon monoxide	Metric tonnes
PM10	Particulate matter<10 micrometres	Metric tonnes
PM2.5	Particulate matter<2.5 micrometres	Metric tonnes

Fuente. Fuente. Manual for Air Emissions Accounts. Eurostat. 2009, y Actualización 2015.

Desde esta caracterización entonces se lleva a Colombia, en el año 1992, donde se establece el Comité Interinstitucional de Cuentas Ambientales, aplicando los lineamientos y obligaciones adquiridas vinculantes con Agenda 21, la cual en miras de implementar el desarrollo sostenible, establece en el capítulo 8, la “INTEGRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO EN LA ADOPCIÓN DE DECISIONES”, donde se acuerdan algunos lineamientos como el descrito en el ítem d, donde se menciona que se deben establecer sistemas de contabilidad ecológica y económica integrada (Agenda 21, 1992).

Con el fin de seguir en dicho cumplimiento, se establece en el país el Decreto 262 de 2004 a través del DANE, donde se incorpora directrices de llevar a cabo las cuentas satélite entre ellas las ambientales, siendo así como desde entonces se ha venido estructurando dicho sistema (DANE, 2013).

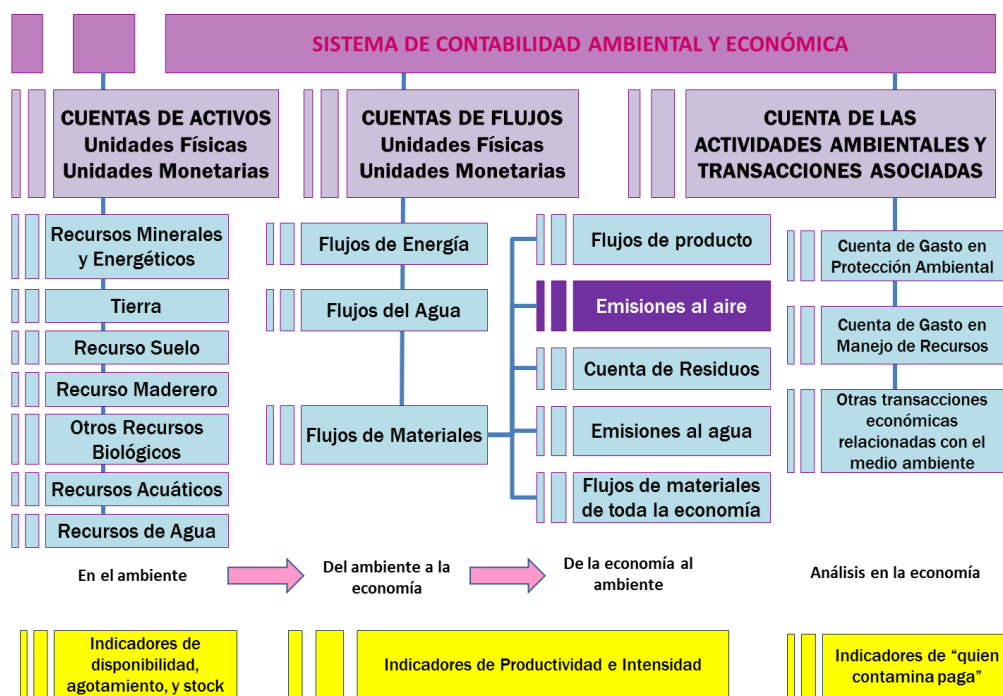
En el marco de la construcción del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE), las Naciones Unidas logra elevarlo como sistema internacional de contabilidad ambiental en el año 2012, y bajo este posicionamiento, Colombia fortalece sus avances en dicha estructura.

Desde entonces se viene adelantando el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas para Energía (SCAE-E), el cual ha tomado como marco base el SCAE y documentos previos al documento oficial; siendo este sistema la fuente de información para elaborar la base conceptual y estructural de la propuesta de este documento. El SCAE-E se ha construido en flujos físicos inicialmente, de donde se obtiene un conjunto de registros y estadísticas compiladas bajo dicho sistema para el periodo 2005 – 2014.

De igual forma en el año 2009, se inició el proceso de estructura e implementación de la Cuenta de Emisiones al Aire, en la cual se ha venido adelantando hasta la fecha los flujos de emisiones al aire para los Gases Efecto Invernadero y Precursores de Ozono Troposférico emanados por las actividades que generan combustión para el periodo 2005-2014, además de haber elaborado investigación y guía metodológica para el cálculo de emisiones generado por procesos industriales, siendo así como también se ha utilizado la metodología SCAE y soportes paralelos metodológicos como EUROSTAT para apoyar este tipo de desarrollos.

De acuerdo con lo anterior, se ha esquematizado a través de la siguiente figura el sistema propuesto para Colombia, bajo el cual se adelanta en algunas cuentas como son las cuentas de activos, donde se han desarrollado varios ejercicios explorando y conceptuando en la cuenta de Recursos Minerales y Energéticos, Tierra, Suelo, Maderero y Agua; en la cuenta de flujos, desde el concepto físico y monetario la cuenta de energía y del agua y de en la de flujos de materiales en la cuenta de Emisiones al Aire y de Residuos; y en la cuenta de las actividades ambientales y transacciones asociadas, en la cuenta de Gasto en Protección Ambiental.

Figura 12. Esquema del SCAE propuesto para Colombia



Fuente. SCAE 2012. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Es así, como la Cuenta de Emisiones al Aire se integra en el marco de las cuentas ambientales y económicas las cuales tienen como objetivo general organizar la información y lograr una coherencia y consistencia con todo el comportamiento económico de las diferentes actividades económicas conceptuadas de manera sinérgica con los sistemas de cuentas nacionales (SCAE 2012).

La cuenta de emisiones al aire, consolida los gases emanados al aire por las diferentes actividades económicas que de acuerdo a sus procesos productivos donde se implique una combustión, un proceso físico o químico in situ, o por procesos de biodegradación o de actividades inherentes a los procesos agrícolas, pecuarios o de silvicultura, han venido generando diferentes problemáticas entre ellos forzamiento del efecto invernadero, cambio climático, formación de ozono troposférico, lluvia ácida, afectaciones a la salud humana, etc.

Este sistema, se ha venido estructurando entonces bajo el esquema oferta – utilización, donde se establece por las filas los diferentes contaminantes (gases o partículas) y por las columnas las actividades económicas en sus diferentes roles, como es el de productor, el

de acumulador, el de consumidor, etc. Aplicando así, las metodologías sugeridas por los organismos internacionales entre ellos EUROSTAT que ya ha venido adelantando dicho ejercicio en la Unión Europea.

A partir de este desarrollo se ha creado la cuenta de emisiones al aire, la cual hace parte del SCAE, como también hace parte la cuenta de energía, la cuenta de residuos, la cuenta del agua, la cuenta del bosque, la cuenta de activos físicos de minería y energía, y la cuenta del gasto en protección ambiental, entre otros.

La cuenta de emisiones al aire, como todas las cuentas inmersas en el marco de la contabilidad nacional, se construyen bajo dos principios, el principio de residencia, donde al igual que en las cuentas nacionales, se mide, se registra y se calculan las emisiones generadas por el individuo residente, y el principio de equilibrio, que se construye a partir de los esquemas de matrices de oferta-utilización, que establecen un balance de los flujos. Esta cuenta ha sido propuesta por la Unión Europea, para las Naciones Unidas, con el fin de aunar esfuerzos y apoyar el proceso de estructura del sistema. En este esquema se elaboró el *“Manual for Air Emissions Accounts”* de Eurostat, en el año 2009, desde el cual se ha venido estructurando la cuenta de emisiones al aire para Colombia desde el Departamento Administrativo de Estadística (DANE).

Esta cuenta, se construye con el fin de obtener la información coherente y sinérgica de las emisiones de sustancias de gases efecto invernadero, acidez, calidad del aire, sustancias agotadoras de ozono y metales pesados. Las metodologías planteadas para el desarrollo de los cálculos están soportadas por el IPCC, EPA y UNEP/CORINAIR. Si bien existen ya en el país, desarrollos de cálculos de emisiones, entre ellos el inventario de gases efecto invernadero, para presentar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, los inventarios de emisiones fijas y móviles de contaminantes de calidad del aire, el reporte de sustancias agotadores de la capa de ozono, por la Unidad Técnica de Ozono (UTO), entre otros; la cuenta de emisiones al aire calcula de igual forma dichos gases, registrándolos bajo los parámetros técnicos de medición sinérgica, coherente y consistente con las estructuras de cuentas nacionales, de tal manera que dichos resultados puedan ser relacionados con las estadísticas económicas consolidadas, asegurando sinergia, coherencia y consistencia a las relaciones que se buscan en los

indicadores que hoy en día se han venido desarrollando para las mediciones del desarrollo sostenible, entre ellos los indicadores OCDE, ODS, crecimiento verde y economía verde, entre otros.

El DANE, a partir de estos lineamientos y de acuerdo a su pertinencia, está estructurando la cuenta de emisiones al aire, para los fenómenos económicos de producción, utilización, consumo y almacenamiento, desde el esquema que ha propuesto el IPCC, de acuerdo a la clasificación de las actividades de emisión, las cuales están denotadas como: emisiones generadas por procesos de combustión de combustibles fósiles, emisiones generadas por procesos industriales y uso de materiales, emisiones generadas por procesos de biodegradación de residuos y emisiones generadas por actividades agrícolas, silvícolas y otros usos de la tierra.

De acuerdo con lo anterior, se ha venido adelantando en la cuenta de emisiones al aire, la estructura, registros y cálculo de las emisiones generadas por procesos de producción y consumo de sistemas de combustión de combustibles fósiles para gases efecto invernadero, estimación de emisiones por procesos de producción y utilización de materiales, los cuales son publicados en la página web del DANE, de igual forma y para responder la pregunta de investigación de este documento, e ir avanzando en la estructura de la cuenta de emisiones al aire, se pretende a través de esta investigación, estructurar, registrar y calcular las emisiones generadas por los procesos de combustión para gases calidad del aire.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el método de cálculo en la Cuenta de Emisiones al Aire del país, para el flujo de emisiones de “calidad del aire” por los procesos de combustión, bajo el marco del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la clasificación de las categorías de fuente de emisión generada por procesos de combustión para gases “calidad del aire”.
- Estimar las emisiones al aire, por procesos de combustión para las actividades económicas clasificadas e identificadas de acuerdo a la metodología sugerida.
- Determinar las matrices oferta-utilización de las emisiones al aire por procesos de combustión para el periodo 2005 – 2014.
- Plantear los indicadores de intensidad, como instrumentos de análisis y toma de decisiones en política pública para desarrollo sostenible, para cada uno de los gases y partículas.

5 METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

La metodología planteada para esta investigación es de tipo exploratorio, ya que los Sistemas de Cuentas Ambientales y Económicos son enteramente recientes, se han venido desarrollando en la Unión Europea, abanderados por lineamientos y desarrollos de las Naciones Unidas, sin embargo aún siguen siendo instrumentos poco conocidos y usados a nivel global, además de ser instrumentos sometidos enteramente a una reforma continua, debido a que a través del tiempo se viene explorando las diferentes necesidades y variables que pueden ser incorporadas, además de las metodologías que deben llevarse a cabo para evaluar cada una de las problemáticas que se contemplan. De esta manera, se logra exponer, que en América Latina, estos instrumentos todavía no son explícitamente usados y mucho menos implementados en las cuentas nacionales de las instituciones a cargo, por lo cual Colombia, se convierte en uno de los países piloto en estos desarrollos. Siendo así, entre otros temas, la Cuenta de Emisiones al Aire, un proceso por implementar y estructurar teniendo como prioridad la necesidad de país de conocer de manera estructurada el comportamiento de las diferentes problemáticas atmosféricas a través de este instrumento para la toma de decisiones en el contexto de desarrollo sostenible.

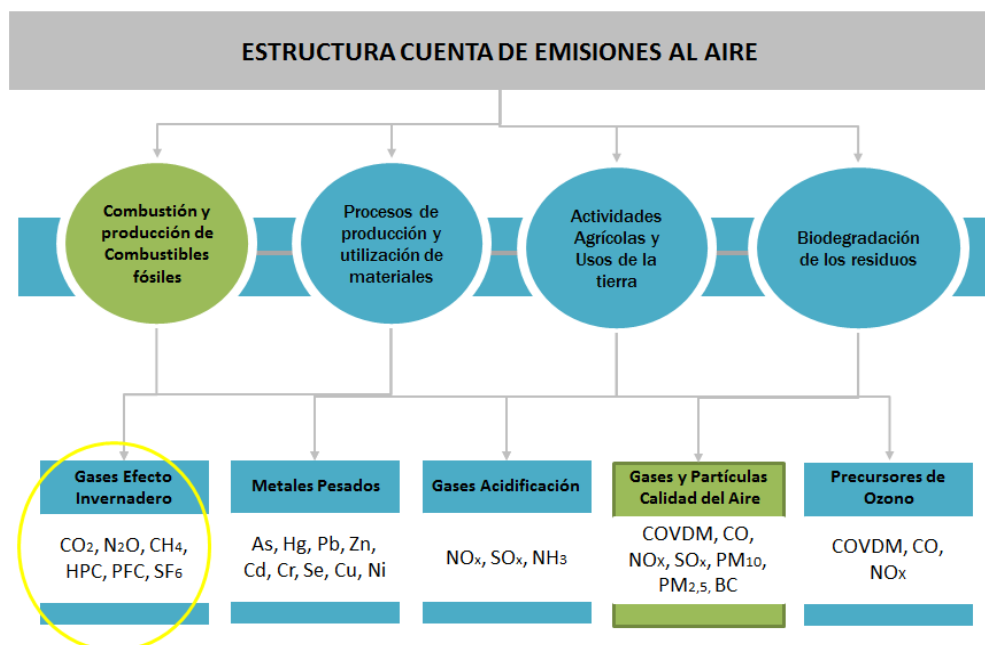
De igual forma se considera esta investigación de enfoque cuantitativo y cualitativo debido a las estimaciones que deben llevarse a cabo para cada una de las problemáticas atmosféricas y para cada uno de los gases contemplados, y la caracterización y análisis que debe hacerse de la información requerida para dichas estimaciones, la revisión y adaptación de las metodologías internacionales y la caracterización de cada uno de los procesos y uso de los materiales determinados para este estudio.

5.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

La Cuenta de Emisiones al Aire, registra las emisiones generadas al aire, por las diferentes actividades económicas, bajo un marco ordenado y coherente con las unidades monetarias y físicas de los diferentes recursos naturales, insumos y productos tomados del ambiente e introducidos a la economía. (SCAE 2016; Eurostat 2015).

Partiendo de este concepto, se propone estructurar la Cuenta de Emisiones al Aire (CEA) bajo los criterios discutidos por expertos internacionales y globales plasmados en las guías EMEP/EEA 2013 y las guías del IPCC 1996 y 2006, que abarcan todo el estudio del tipo de problemáticas ambientales atmosféricas medidas y los gases pertinentes a ellas, siendo así como se considera entonces cuatro grandes grupos de estudio, denominados fuentes de emisión y las problemáticas atmosféricas estudiadas, las cuales pueden ser calculadas según las prioridades de país, de acuerdo a esto se propone la estructura en la siguiente figura.

Figura 13. Esquema de la estructura propuesta para la Cuenta de Emisiones al Aire



Esquema planteado por el autor de este documento

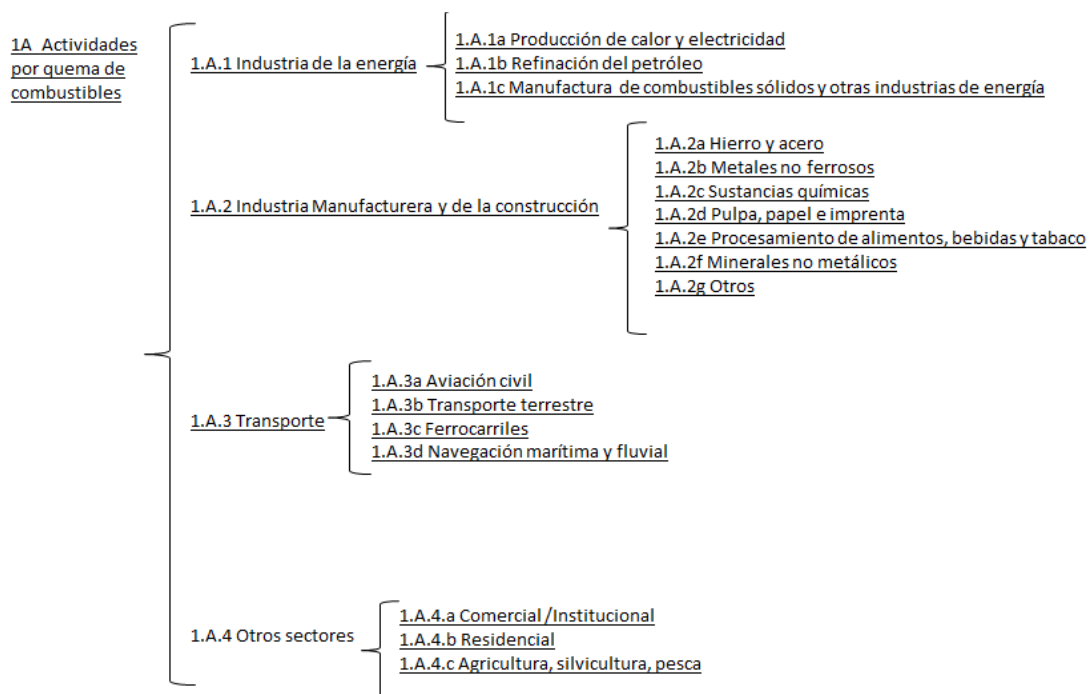
Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013. Manual for Air Emissions Accounts. Eurostat. 2009, y Actualización 2015. DANE. Metodología de Cuenta de Emisiones.

Desde este esquema, ya se ha adelantado la estructura de la estimación para las emisiones por combustión para gases efecto invernadero desde el DANE; se pretende con este documento adelantar la propuesta para estimar los gases de calidad del aire por combustión.

5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Partiendo de la unidad de estudio, se analizan las metodologías mencionadas EMEP/EEA 2013 donde se conceptúa la estructura para las categorías de fuente de emisión generada por procesos de combustión, como se expresa en la siguiente figura.

Figura 14. Categorías de fuente seleccionadas para estimar emisiones por combustión



Fuente. EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013

Estas categorías de fuente han sido seleccionadas de acuerdo a la Nomenclatura de Reporte (NFR), esta nomenclatura establece las fuentes que tomarán en cuenta para cuantificar las emisiones, una vez han sido identificadas como potenciales de emisión, a estas categorías posteriormente se les aplicará una correlativa, con el fin de involucrarlas al esquema económico, a través de la Nomenclatura de Actividades para las Cuentas Nacionales publicada por el DANE, para el país, y la clasificación CIIU adaptada para

Colombia también publicada por el DANE, de tal manera, que los registros queden codificados de tal manera, que sean sinérgicos y coherentes con la información monetaria consolidada para obtener el Producto Interno Bruto.

5.4 MÉTODO DE ESTIMACIÓN

Las estimaciones que se implementarán en esta propuesta se llevarán a cabo a través de exploración y análisis de información primaria, determinación de factores de emisión y aplicación de algoritmos para obtener las emisiones de partículas y gases identificadas en la metodología EMEP/EEA 2013, el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) y el Manual de Contabilidad de Emisiones al Aire impartido por EUROSTAT (DANE, 2016).

El desarrollo planteado para estimar las emisiones de partículas y gases, consideran diferentes parámetros de medición, por lo cual, los cálculos se llevarán a cabo de acuerdo al nivel de rigurosidad que exige la medición siendo así como se contemplará la disponibilidad de información, el detalle del cálculo y los factores de emisión propuestos, por lo cual se considera que los niveles 1 y 2 son los considerados y pertinentes para esta estimación.

Se aplicará para esta estimación además de las metodologías contempladas las clasificaciones y nomenclaturas usadas por Cuentas Nacionales, con el fin de exponer la coherencia y consistencia a la cual se amarra el sistema de contabilidad ambiental y que siendo este en el marco de su construcción no debe obviarse para dicho cálculo.

Es entonces bajo este desarrollo, que se toman entonces las clasificaciones entre ellas la Clasificación Central de Productos –CPC- y la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas –CIIU-, de tal forma que se logre establecer una correlativa para hacer equivalentes los registros, una vez se sometan a análisis de tipo internacional. (DANE, 2016).

6 RESULTADOS

6.1 MARCO BASE DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE FUENTE DE EMISIÓN GENERADAS POR PROCESOS DE COMBUSTIÓN PARA GASES CALIDAD DEL AIRE

Se ha determinado que la propuesta de la estructura para la cuenta de emisiones al aire por procesos de combustión para gases de calidad del aire, se sugiere de acuerdo a la revisión que se llevó a cabo de la metodología EMEP/EEA air pollutant emission inventory, guidebook 2016, al Manual de Cuenta de Emisiones al Aire desarrollado por EUROSTAT y al Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE).

La clasificación de las categorías de fuente está determinada por la nomenclatura NFR (Nomenclature for Reporting), siendo esta la que se tomó como base conceptual para estructurar esta propuesta, tomando y haciendo correlativa con CFR, IPCC y SNAP, siendo estas equivalencias usadas en la Unión Europea y EPA para el análisis de emisiones, es así, como se llevó a cabo una correlativa de dichas nomenclaturas, y elaborar una equivalencia armonizada, siendo esta la NFR, bajo la cual ha sido consolidada las fuentes de emisión consideradas para contaminantes atmosféricos y contaminantes GEI.

De acuerdo con lo anterior, se muestra en el Anexo 1 el marco base que se ha contemplado para estructurar la cuenta de emisiones al aire por procesos de combustión, dejando la salvedad, que pueden existir procesos por fuera de este contexto que pueden generar emisiones y no han sido contemplados, por lo cual queda en ajuste y continua revisión dicha estructura, entendiendo además, que muchos de los procesos, pueden salirse del contexto estudiado a nivel internacional, ya que desde lo nacional, puede tenerse una práctica obsoleta a nivel de tecnología, o de prácticas artesanales que todavía no han sido elevadas a los procesos actuales.

De acuerdo con la revisión y correlativa que se llevó a cabo, se identificaron 52 procesos productivos involucrados según la nomenclatura cuentas nacionales y NFR para ser considerados para la estimación de las emisiones de calidad del aire, estos procesos son identificados como aquellos que generan consumos de combustibles fósiles y por lo tanto descargan emisiones a la atmósfera.

6.2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES POR CATEGORÍA DE FUENTE y COMBUSTIBLE PARA GASES CALIDAD DEL AIRE PARA PROCESOS POR COMBUSTIÓN

Las emisiones de calidad del aire se contabilizarán a partir de la información suministrada por la Cuenta Ambiental y Económica de Energía, con el fin de dar como se ha mencionado sinergia y consistencia a la información y al ejercicio que se plantea desde el DANE, a la Cuenta de Emisiones al Aire.

Tabla 1. Estructura para estimar las emisiones por combustible

Productos energéticos
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>
Carbón mineral
Gas natural minería
Gas natural domiciliario
Petróleo
<u>Derivados del petróleo</u>
Gasolina de aviación
Gasolina motor
Queroseno tipo jet fuel
Queroseno
Diesel Oil
Diesel marino
Fuel oil No 6
Gas Licuado del Petróleo
Biocombustibles
Alcohol carburante
Biodiesel
Leña
Bagazo

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía.

Desde este esquema las estimaciones se plantearán para toda las categorías de fuente, desde la información y la estructura que registra la cuenta de energía para el flujo de los productos energéticos en unidades de energía, para este caso Terajulios.

Los combustibles que se contemplarán para la estimación, serán aquellos identificados en la cuenta, ya que son los que han venido siendo registrados y contabilizados en el sistema nacional de cuentas.

De acuerdo a los métodos que sugiere EMEP/EEA 2016 para el cálculo de las emisiones se proponen tres niveles de complejidad, el nivel que se sugiere para los inventarios y en este caso para la cuenta, es el nivel uno, ya que el nivel 2 y 3 sugiere más detalle por tecnología, que es difícil de contemplar, ya que no se tienen caracterizaciones al respecto.

6.2.1 Estimación de las emisiones para la actividad industrias de la energía

6.2.1.1 Producción de calor y electricidad. Las actividades que se tendrán en cuenta para el cálculo de las emisiones son las industrias que se cuantifican de acuerdo a la CIU y las cuentas nacionales en la rama 38 y 27 como se indica en la figura 4. Para obtener el consumo energético de estas ramas, se toma la matriz de utilización de la Cuenta Ambiental y Económica de Energía, del flujo de productos energéticos, se identifican los combustibles que se consumen en estas ramas, y se aplica la estimación bajo la siguiente fórmula,

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad consumida de combustible} \times \text{Factor de emisión}$$

Las variables dependen del nivel de cálculo que se determine seleccionar, y este depende principalmente de la disponibilidad de la información requerida, de acuerdo a la información disponible se tomará para la cuenta el nivel 1, para las variables requeridas para dicha estimación.

Los gases calidad del aire que se han identificado según la guía EMEP/EEA 2016, son NO_x , CO, COVDM, SO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, PST y BC. De esta manera, se plantean los siguientes factores de emisión por defecto propuestos por la guía, si se logran obtener factores de emisión propios para el país y para la actividad, se recomienda ajustar el cálculo con dichos factores.

Tabla 2. Factores de emisión para industrias de la energía, usando carbón

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	209	g/GJ
CO	8,7	g/GJ
COVDM	1,0	g/GJ
SO _x	820	g/GJ
PST	11,4	g/GJ
PM ₁₀	7,7	g/GJ
PM _{2,5}	3,4	g/GJ
BC	2,2	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A1a. Public electricity and heat production.

Hard Coal. Table 3-2. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 3. Factores de emisión para industrias de la energía, usando combustibles gaseosos

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	89	g/GJ
CO	39	g/GJ
COVDM	2,6	g/GJ
SO _x	0,281	g/GJ
PST	0,89	g/GJ
PM ₁₀	0,89	g/GJ
PM _{2,5}	0,89	g/GJ
BC	2,5	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A1a. Public electricity and heat production.

Gaseous fuels. Table 3-4. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

La cuenta de energía, además de revelar consumos de carbón y gas natural, de acuerdo a la identificación que se hace de la actividad 38, consume gasolina, este consumo se le atribuye al uso que se hace de este combustible en los automóviles que se utilizan para el desarrollo de la actividad.

Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de la actividad 38, identificando los tipos de combustible usados, para la aplicación del cálculo, en la matriz utilización para el periodo 2005 – 2014p, en la variable de consumo intermedio de la matriz.

Tabla 4. Consumo de combustibles de la actividad generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica

Terajulios	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral	23.519	15.329	15.172	28.476	47.720	34.396	54.042	53.338	47.204	81.620
Gas natural minería	84.690	88.759	83.087	95.381	112.054	55.975	29.053	58.007	106.876	154.688
Gas natural domiciliario	130	102	75	87	85	194	182	164	273	307
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	411	275	378	323	331	374	308	236	446	477
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil										
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Se aplica el factor de emisión para la actividad según EMEP/EEA 2016, por uso de carbón, y se obtiene la siguiente tabla de resultados,

Tabla 5. Estimación de las emisiones de calidad del aire por uso del carbón, para la actividad generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	4,92	3,20	3,17	5,95	9,97	7,19	11,29	11,15	9,87	17,06
CO	0,20	0,13	0,13	0,25	0,42	0,30	0,47	0,46	0,41	0,71
COVDM	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,08
SO _x	19,29	12,57	12,44	23,35	39,13	28,20	44,31	43,74	38,71	66,93
PST	0,27	0,17	0,17	0,32	0,54	0,39	0,62	0,61	0,54	0,93
PM ₁₀	0,18	0,12	0,12	0,22	0,37	0,26	0,42	0,41	0,36	0,63
PM _{2,5}	0,08	0,05	0,05	0,10	0,16	0,12	0,18	0,18	0,16	0,28
BC	0,002	0,001	0,001	0,002	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 6. Estimación de las emisiones de calidad del aire por uso de gas natural (minería), para la actividad generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	7,54	7,90	7,39	8,49	9,97	4,98	2,59	5,16	9,51	13,77
CO	3,30	3,46	3,24	3,72	4,37	2,18	1,13	2,26	4,17	6,03
COVDM	0,22	0,23	0,22	0,25	0,29	0,15	0,08	0,15	0,28	0,40
SO _x	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04
PST	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,05	0,03	0,05	0,10	0,14
PM ₁₀	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,05	0,03	0,05	0,10	0,14
PM _{2,5}	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,05	0,03	0,05	0,10	0,14
BC	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 7. Estimación de las emisiones de calidad del aire por uso de gas natural (domiciliario), para la actividad generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,0116	0,0091	0,0067	0,0077	0,0076	0,0173	0,0162	0,0146	0,0243	0,0273
CO	0,0051	0,0040	0,0029	0,0034	0,0033	0,0076	0,0071	0,0064	0,0106	0,0120
COVDM	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0004	0,0007	0,0008
SO _x	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
PST	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003
PM ₁₀	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003
PM _{2,5}	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003
BC	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002	0,000002	0,000004	0,000004	0,000004	0,000006	0,000007

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 8. Total emisiones para la actividad generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	12,5	11,1	10,6	14,4	20,0	12,2	13,9	16,3	19,4	30,9
CO	3,5	3,6	3,4	4,0	4,8	2,5	1,6	2,7	4,6	6,8
COVDM	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5
SO _x	19,3	12,6	12,5	23,4	39,2	28,2	44,3	43,8	38,7	67,0
PST	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6	1,1
PM ₁₀	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8
PM _{2,5}	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
BC	0,004	0,003	0,003	0,004	0,006	0,004	0,005	0,005	0,006	0,010

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.1.2 Producción de productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles. Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de la actividad 27, identificando los tipos de combustible usados, para la aplicación del cálculo, en la matriz utilización para el periodo 2005 – 2014p, en la variable de consumo intermedio de la matriz.

Tabla 9. Consumo de combustibles de la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Terajulios	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral	12.912	6.843	6.122	10.887	33.875	32.719	53.093	51.120	38.338	63.483
Gas natural minería	42.980	40.781	48.846	39.442	40.837	38.082	19.236	37.102	67.638	66.295
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	293	253							2939	4426
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno	128	87	95	140	200	195	322	149	1482	1036
Diesel Oil	2143	3640	4155	6875	7958	11161	15353	12327	19853	22444
Diesel marino										
Fuel oil No 6	757	2761	7404	5325	1213	443	1724	972	1569	6993
Gas Licuado del Petróleo		1137	758							
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Como se ha mencionado con anterioridad, para el cálculo de esta propuesta se tomará el nivel 1, ya que se desconoce la caracterización de tecnología, la cual se sugiere elaborar para lograr ajustar los cálculos de emisiones, y llegar a datos más certeros del proceso, en este caso, y como también se expresa en la metodología EMEP/EEA 2016 y en este documento, los procesos de combustión, se han identificado como ítem para el proceso de generación de energía eléctrica, por lo cual los factores de emisión formulados para esta actividad, son los mismos para la actividad de la refinería, sin embargo se

caracterizarán para combustibles derivados del petróleo, como lo muestra la siguiente tabla,

Tabla 10. Factores de emisión para industrias de la refinación, usando aceites ligeros

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	65	g/GJ
CO	16,2	g/GJ
COVDM	0,8	g/GJ
SO _x	46,5	g/GJ
PST	6,5	g/GJ
PM ₁₀	3,2	g/GJ
PM _{2,5}	0,8	g/GJ
BC	33,5	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A1a. Public electricity and heat production. Gaseous fuels. Table 3-6. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 11. Factores de emisión para industrias de la refinación, usando aceites pesados

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	142	g/GJ
CO	15,1	g/GJ
COVDM	2,3	g/GJ
SO _x	495	g/GJ
PST	35,4	g/GJ
PM ₁₀	25,2	g/GJ
PM _{2,5}	19,3	g/GJ
BC	5,6	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A1a. Public electricity and heat production. Gaseous fuels. Table 3-5. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 12. Estimación de las emisiones por uso de carbón mineral, para la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	2,70	1,43	1,28	2,28	7,08	6,84	11,10	10,68	8,01	13,27
CO	0,11	0,06	0,05	0,09	0,29	0,28	0,46	0,44	0,33	0,55
COVDM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,06
SO _x	10,59	5,61	5,02	8,93	27,78	26,83	43,54	41,92	31,44	52,06
PST	0,15	0,08	0,07	0,12	0,39	0,37	0,61	0,58	0,44	0,72
PM ₁₀	0,10	0,05	0,05	0,08	0,26	0,25	0,41	0,39	0,30	0,49

PM _{2,5}	0,04	0,02	0,02	0,04	0,12	0,11	0,18	0,17	0,13	0,22
BC	0,001	0,001	0,000	0,001	0,003	0,002	0,004	0,004	0,003	0,005

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 13. Estimación de las emisiones por uso de gas natural, para la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	3,83	3,63	4,35	3,51	3,63	3,39	1,71	3,30	6,02	5,90
CO	1,68	1,59	1,90	1,54	1,59	1,49	0,75	1,45	2,64	2,59
COVDM	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11	0,10	0,05	0,10	0,18	0,17
SO _x	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
PST	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,06
PM ₁₀	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,06
PM _{2,5}	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,06
BC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 14. Estimación de las emisiones por uso de combustibles ligeros, para la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,17	0,33	0,33	0,46	0,53	0,74	1,02	0,81	1,58	1,81
CO	0,04	0,08	0,08	0,11	0,13	0,18	0,25	0,20	0,39	0,45
COVDM	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
SO _x	0,12	0,24	0,23	0,33	0,38	0,53	0,73	0,58	1,13	1,30
PST	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,07	0,10	0,08	0,16	0,18
PM ₁₀	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,08	0,09
PM _{2,5}	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
BC	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003	0,007	0,007

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 15. Estimación de las emisiones por uso de aceites pesados, para la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,1075	0,3921	1,0514	0,7562	0,1722	0,0629	0,2448	0,1380	0,2228	0,9930
CO	0,0114	0,0417	0,1118	0,0804	0,0183	0,0067	0,0260	0,0147	0,0237	0,1056
COVDM	0,0017	0,0064	0,0170	0,0122	0,0028	0,0010	0,0040	0,0022	0,0036	0,0161
SO _x	0,3747	1,3667	3,6650	2,6359	0,6004	0,2193	0,8534	0,4811	0,7767	3,4615
PST	0,0268	0,0977	0,2621	0,1885	0,0429	0,0157	0,0610	0,0344	0,0555	0,2476
PM ₁₀	0,0191	0,0696	0,1866	0,1342	0,0306	0,0112	0,0434	0,0245	0,0395	0,1762
PM _{2,5}	0,0146	0,0533	0,1429	0,1028	0,0234	0,0085	0,0333	0,0188	0,0303	0,1350

BC	0,001	0,003	0,008	0,006	0,001	0,000	0,002	0,001	0,002	0,008
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 16. Total emisiones para la actividad productos de la refinación del petróleo, combustible nuclear y biocombustibles

Gigagramos del gas

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	6,8	5,8	7,0	7,0	11,4	11,0	14,1	14,9	15,8	22,0
CO	1,8	1,8	2,2	1,8	2,0	2,0	1,5	2,1	3,4	3,7
COVDM	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
SO _x	11,1	7,2	8,9	11,9	28,8	27,6	45,1	43,0	33,4	56,8
PST	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,7	0,7	1,2
PM ₁₀	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8
PM _{2,5}	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
BC	0,003	0,006	0,011	0,009	0,007	0,007	0,010	0,009	0,013	0,021

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Teniendo en cuenta todos los procesos y actividades económicas, se integró a esta medición, la cantidad de carbón utilizada por las actividades de extracción, considerándolo como un insumo para activar maquinaria pesada en dicha actividad, de tal forma que se consideraron los factores de emisión aquí aplicados, y se estimaron las emisiones logrando los siguientes resultados,

Tabla 17. Estimación de las emisiones por uso de carbón mineral, para la actividad explotación de minas y canteras

Gigagramos del gas

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	2,70	1,43	1,28	2,36	0,86	0,57	0,86	0,92	0,78	1,33
CO	0,11	0,06	0,05	0,10	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,06
COVDM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SO _x	10,59	5,61	5,02	9,27	3,38	2,24	3,37	3,62	3,05	5,21
PST	0,15	0,08	0,07	0,13	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,07
PM ₁₀	0,10	0,05	0,05	0,09	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05
PM _{2,5}	0,04	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
BC	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.2 Estimación de las emisiones para la actividad industria manufacturera y de la construcción

Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de las actividades según la nomenclatura de cuentas nacionales desde la rama 10 hasta la rama 36, se consolida toda la industria manufacturera que cubre el ítem 1A2, y la rama 41 y 42 que incluyen la actividad de la construcción, identificando los tipos de combustible usados, para la aplicación del cálculo, en la matriz utilización para el periodo 2005 – 2014p, en la variable de consumo intermedio de la matriz.

Tabla 18. Consumo de combustibles de la actividad industria manufacturera*

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral	90.384	52.283	51.903	95.477	43.008	28.524	47.087	46.080	39.191	70.282
Gas natural minería	2.981	3.706	4.307	4.126	4.233	2.156	993	1.953	3.551	3.498
Gas natural domiciliario	55.707	52.341	43.508	81.825	86.816	162.278	166.984	167.812	178.467	187.071
Petróleo	639.536	693.243	702.030	656.257	606.923	600.528	569.836	539.300	521.857	404.996
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	3.103	2.482	3.488	3.188	2.851	3.276	2.799	2.090	3.856	3.862
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno	904	395	483	397	535	385	642	304	1.830	1.153
Diesel Oil	18.498	20.374	25.569	24.336	27.590	28.379	39.269	32.055	31.485	32.049
Diesel marino										
Fuel oil No 6	5.522	13.035	38.397	15.684	3.395	912	3.592	2.056	2.034	8.148
Gas Licuado del Petróleo	1.568	1.705	1.557	1.322	967	905	852	691	972	686
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña	839	919	946	948	865	914	939	915	873	906
Bagazo	99.548	100.622	96.374	87.772	107.791	92.638	103.861	95.156	98.558	110.608

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 19. Consumo de combustibles de la actividad de la construcción

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										

Gas natural minería**Gas natural domiciliario****Petróleo**Derivados del petróleo

Gasolina de aviación

Gasolina motor	808	715	1.499	1.492	1.389	1.457	1.398	205.631	2.516	3.064
----------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	---------	-------	-------

Queroseno tipo jet fuel

Queroseno

Diesel Oil	1.733	2.463	2.525	3.588	4.538	4.397	6.636	957.768	6.704	9.015
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------	-------	-------

Diesel marino

Fuel oil No 6	579	1.763	4.245	2.621	653	165	703	64.426	501	2.648
---------------	-----	-------	-------	-------	-----	-----	-----	--------	-----	-------

Gas Licuado del Petróleo

Biocombustibles

Alcohol carburante

Biodiesel

Leña

Bagazo

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Los factores de emisión contemplados para el proceso cálculo según EMEP/EEA 2016, se desglosan a continuación para las actividades manufactureras y de la construcción, por tipo de combustibles, teniendo en cuenta, que se contemplan unos grupos según la misma metodología.

Tabla 20. Factores de emisión para la industria manufacturera y de la construcción, combustibles sólidos

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	173	g/GJ
CO	931	g/GJ
COVDM	88,8	g/GJ
SOx	900	g/GJ
PST	124	g/GJ
PM ₁₀	117	g/GJ
PM _{2,5}	108	g/GJ
BC	6,4	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A2. Manufacturing industries and construction. Solid fuels. Table 3-2. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 21. Factores de emisión para la industria manufacturera y de la construcción, combustibles gaseosos

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	74	g/GJ
CO	29	g/GJ
COVDM	23	g/GJ
SOx	0,67	g/GJ
PST	0,78	g/GJ
PM ₁₀	0,78	g/GJ
PM _{2,5}	0,78	g/GJ
BC	4,0	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A2. Manufacturing industries and construction. Gaseous fuels. Table 3-3. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 22. Factores de emisión para la industria manufacturera y de la construcción, combustibles líquidos

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	513	g/GJ
CO	66	g/GJ
COVDM	25	g/GJ
SOx	47	g/GJ
PST	20	g/GJ
PM ₁₀	20	g/GJ
PM _{2,5}	20	g/GJ
BC	56	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A2. Manufacturing industries and construction. Gaseous fuels. Table 3-3. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 23. Factores de emisión para la industria manufacturera y de la construcción, biomasa

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	91	g/GJ
CO	570	g/GJ
COVDM	300	g/GJ
SOx	11	g/GJ
PST	150	g/GJ
PM ₁₀	143	g/GJ
PM _{2,5}	140	g/GJ
BC	28	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1A2. Manufacturing industries and construction. Gaseous fuels. Table 3-3. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

De acuerdo a los factores de emisión identificados, se aplica por cada combustible y para cada gas los cálculos.

Tabla 24. Estimación de las emisiones por uso de combustibles sólidos, para la actividad industria manufacturera*

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	15,64	9,04	8,98	16,52	7,44	4,93	8,15	7,97	6,78	12,16
CO	84,15	48,68	48,32	88,89	40,04	26,56	43,84	42,90	36,49	65,43
COVDM	8,03	4,64	4,61	8,48	3,82	2,53	4,18	4,09	3,48	6,24
SO _x	81,35	47,05	46,71	85,93	38,71	25,67	42,38	41,47	35,27	63,25
PST	11,21	6,48	6,44	11,84	5,33	3,54	5,84	5,71	4,86	8,71
PM ₁₀	10,57	6,12	6,07	11,17	5,03	3,34	5,51	5,39	4,59	8,22
PM _{2,5}	9,76	5,65	5,61	10,31	4,64	3,08	5,09	4,98	4,23	7,59
BC	0,625	0,361	0,359	0,660	0,297	0,197	0,325	0,319	0,271	0,486

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 25. Estimación de las emisiones por uso de combustibles gaseosos, para la actividad industria manufacturera*

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	4,34	4,15	3,54	6,36	6,74	12,17	12,43	12,56	13,47	14,10
CO	1,70	1,63	1,39	2,49	2,64	4,77	4,87	4,92	5,28	5,53
COVDM	1,35	1,29	1,10	1,98	2,09	3,78	3,86	3,90	4,19	4,38
SO _x	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13
PST	0,05	0,04	0,04	0,07	0,07	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15
PM ₁₀	0,05	0,04	0,04	0,07	0,07	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15
PM _{2,5}	0,05	0,04	0,04	0,07	0,07	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15
BC	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 26. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos, para la actividad industria manufacturera*

Gigagramos del gas										
Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	16,78	22,02	39,89	27,00	21,50	20,46	28,67	18,73	25,60	31,10
CO	2,16	2,83	5,13	3,47	2,77	2,63	3,69	2,41	3,29	4,00
COVDM	0,82	1,07	1,94	1,32	1,05	1,00	1,40	0,91	1,25	1,52
SO _x	1,54	2,02	3,65	2,47	1,97	1,87	2,63	1,72	2,35	2,85
PST	0,65	0,86	1,56	1,05	0,84	0,80	1,12	0,73	1,00	1,21
PM ₁₀	0,65	0,86	1,56	1,05	0,84	0,80	1,12	0,73	1,00	1,21
PM _{2,5}	0,65	0,86	1,56	1,05	0,84	0,80	1,12	0,73	1,00	1,21
BC	0,366	0,481	0,871	0,589	0,469	0,447	0,626	0,409	0,559	0,679

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 27. Estimación de las emisiones por uso de biomasa, para la actividad industria manufacturera*

Gigagramos del gas										
Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	9,14	9,24	8,86	8,07	9,89	8,51	9,54	8,74	9,05	10,15
CO	57,22	57,88	55,47	50,57	61,93	53,32	59,74	54,76	56,68	63,56
COVDM	30,12	30,46	29,20	26,62	32,60	28,07	31,44	28,82	29,83	33,45
SO _x	1,10	1,12	1,07	0,98	1,20	1,03	1,15	1,06	1,09	1,23
PST	15,06	15,23	14,60	13,31	16,30	14,03	15,72	14,41	14,91	16,73
PM ₁₀	14,36	14,52	13,92	12,69	15,54	13,38	14,99	13,74	14,22	15,95
PM _{2,5}	14,05	14,22	13,62	12,42	15,21	13,10	14,67	13,45	13,92	15,61
BC	3,94	3,98	3,81	3,48	4,26	3,67	4,11	3,77	3,90	4,37

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 28. Total de emisiones para la actividad industria manufacturera*

Gigagramos del gas										
Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	45,9	44,5	61,3	57,9	45,6	46,1	58,8	48,0	54,9	67,5
CO	145,2	111,0	110,3	145,4	107,4	87,3	112,1	105,0	101,7	138,5
COVDM	40,3	37,5	36,8	38,4	39,6	35,4	40,9	37,7	38,7	45,6
SO _x	84,0	50,2	51,5	89,4	41,9	28,7	46,3	44,4	38,8	67,5
PST	27,0	22,6	22,6	26,3	22,5	18,5	22,8	21,0	20,9	26,8
PM ₁₀	25,6	21,5	21,6	25,0	21,5	17,6	21,7	20,0	19,9	25,5
PM _{2,5}	24,5	20,8	20,8	23,9	20,8	17,1	21,0	19,3	19,3	24,6
BC	4,9	4,8	5,0	4,7	5,0	4,3	5,1	4,5	4,7	5,5

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

*Excluido la actividad Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear

Tabla 29. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos, para la actividad de la construcción

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	3,20	5,07	8,48	7,90	6,75	6,18	8,96	3,65	9,97	15,11
CO	0,41	0,65	1,09	1,02	0,87	0,79	1,15	0,47	1,28	1,94
COVDM	0,16	0,25	0,41	0,39	0,33	0,30	0,44	0,18	0,49	0,74
SO _x	0,29	0,46	0,78	0,72	0,62	0,57	0,82	0,33	0,91	1,38
PST	0,12	0,20	0,33	0,31	0,26	0,24	0,35	0,14	0,39	0,59
PM ₁₀	0,12	0,20	0,33	0,31	0,26	0,24	0,35	0,14	0,39	0,59
PM _{2,5}	0,12	0,20	0,33	0,31	0,26	0,24	0,35	0,14	0,39	0,59
BC	0,070	0,111	0,185	0,173	0,147	0,135	0,196	0,080	0,218	0,330

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.3 Estimación de las emisiones para la actividad transporte

6.2.3.1 Estimación de las emisiones para la actividad transporte aéreo. Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de las actividades según la nomenclatura de cuentas nacionales desde la rama 48 que contempla el transporte aéreo de carga y comercial, identificando así los tipos de combustible usados, teniendo en cuenta que los combustibles usados no solo son los combustibles utilizados para la actividad aérea sino también los combustibles utilizados en la operación general, por lo cual se encontró, a aparte de avigas, utilizada para avionetas privadas, keroseno jet usado para los aviones comerciales y de carga, se encontró diesel oil, usado para los sistemas de transporte interno del aeropuerto para buses y equipos de transporte terrestre utilizados en la actividad económica. De acuerdo con esto, se calcularán las emisiones generadas por el parque aéreo y automotor, con base en la información de la matriz utilización del flujo físico de energía, del SCAE de Energía, para el periodo 2005 – 2014p, en la variable de consumo intermedio.

Tabla 30. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía aérea

Terajulios	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										

Gasolina de aviación	1.667	1.093	1.198	551	610	402	367	666	334	323
Gasolina motor										
Queroseno tipo jet fuel	34.030	36.219	37.977	38.860	43.942	35.841	39.716	47.528	45.398	48.568
Queroseno										
Diesel Oil	9.834	14.870	13.859	13.306	14.582	16.522	25.645	21.884	22.874	23.875
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Los factores de emisión que se contemplan para la actividad transporte aéreo están en Kg/ton del combustible, por lo cual se hace necesario obtener los consumos en toneladas, para eso se determinaron a partir del estudio FECOC elaborado por la UPME, los poderes caloríficos para lograr la conversión obteniendo los siguientes promedios para los combustibles considerados,

Tabla 31. Poderes caloríficos

Combustible	Poder calorífico (TJ/Gg)
Avigas	44,37
Diesel oil	43,85
Keroseno jet	37,03

Fuente. Unidad de Planeación Minero Energética. Promedios elaborados por el autor

Tabla 32. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía terrestre

Toneladas

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<i>Uso de productos energéticos por SIEC</i>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<i>Derivados del petróleo</i>										
Gasolina de aviación	37.570	24.634	27.000	12.418	13.748	9.060	8.271	15.010	7.528	7.280
Gasolina motor										
Queroseno tipo jet fuel	918.924	978.034	1.025.506	1.049.350	1.186.581	967.827	1.072.465	1.283.415	1.225.898	1.311.498
Queroseno										
Diesel Oil	224.281.161	339.135.740	316.078.159	303.466.049	332.567.408	376.812.421	584.878.013	499.101.986	521.680.626	544.510.140
Diesel marino										
Fuel oil No 6										

Gas Licuado del Petróleo

Biocombustibles

Alcohol carburante

Biodiesel

Leña

Bagazo

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

De acuerdo a la guía de EMEP/EEA 2016 para el sector transporte de aviación, se toman los factores de emisión sugeridos por defecto de manera general, tomando tan solo el factor de dióxido de azufre del estudio FECOC, ya que para los demás gases no se tienen datos publicados para el país.

Tabla 33. Factores de emisión para el transporte de aviación para gasolina de aviación y keroseno jet

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	4	Kg/ton combustible
CO	1200	Kg/ton combustible
COVDM	19	Kg/ton combustible

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation. Table 3-3. Información recopilada por el autor.

Tabla 34. Factores de emisión del dióxido de azufre para el transporte de aviación para gasolina de aviación y keroseno jet

Contaminante	Valor	Unidad
Gasolina de aviación	30,6653	Kg/TJ combustible
Keroseno Jet	2,4146	Kg/TJ combustible

Fuente. Unidad de Planeación Minero Energética. Informe FECOC 2016.

Partiendo de esta información, se aplican los cálculos ya mencionados para estimar las emisiones obteniéndose entonces los siguientes resultados,

Tabla 35. Estimación de las emisiones por uso de gasolina de aviación, para la actividad transporte aéreo

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,15	0,10	0,11	0,05	0,05	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03
CO	45,08	29,56	32,40	14,90	16,50	10,87	9,93	18,01	9,03	8,74
COVDM	0,7	0,5	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1
SO _x	0,004	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 36. Estimación de las emisiones por uso de keroseno jet, para la actividad transporte aéreo

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	3,7	3,9	4,1	4,2	4,7	3,9	4,3	5,1	4,9	5,2
CO	1103	1174	1231	1259	1424	1161	1287	1540	1471	1574
COVDM	17,5	18,6	19,5	19,9	22,5	18,4	20,4	24,4	23,3	24,9
SO _x	1,04	1,11	1,16	1,19	1,35	1,10	1,22	1,46	1,39	1,49

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 37. Estimación de las emisiones por uso diesel oil, para la actividad transporte aéreo

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	3,34	5,06	4,71	4,52	4,96	5,62	8,72	7,44	7,78	8,12
CO	1,66	2,51	2,34	2,25	2,46	2,79	4,33	3,69	3,86	4,03
COVDM	0,35	0,52	0,49	0,47	0,51	0,58	0,90	0,77	0,80	0,84
SO _x	0,00003	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00005	0,00008	0,00006	0,00007	0,00007
PM _{2,5}	0,34	0,52	0,48	0,46	0,51	0,57	0,89	0,76	0,79	0,83
BC	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,004	0,005

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 38. Total de emisiones para la actividad transporte aéreo

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	7	9	9	9	10	10	13	13	13	13
CO	1149	1206	1265	1276	1443	1175	1301	1562	1484	1587
COVDM	19	20	20	21	23	19	21	25	24	26
SO _x	1,05	1,11	1,17	1,19	1,35	1,10	1,22	1,46	1,39	1,49
PM _{2,5}	0,34	0,52	0,48	0,46	0,51	0,57	0,89	0,76	0,79	0,83
BC	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,004	0,005

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.3.2 Estimación de las emisiones para la actividad transporte terrestre. Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de las actividades según la nomenclatura de cuentas nacionales desde la rama 46 que contempla el transporte terrestre, la 47 que contempla el transporte por vía acuática, y la rama 48 que contempla el transporte por vía aérea, de igual forma la rama 49 que contempla el transporte anexo a otras actividades y agencias de viajes, de igual forma se contemplará el transporte registrado en el consumo final (hogares), identificando

así los tipos de combustible usados, para la aplicación del cálculo, en la matriz utilización para el periodo 2005 – 2014p, en la variable de consumo intermedio de la matriz.

Tabla 39. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía terrestre

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	33.665	26.592	41.140	37.423	34.967	41.838	35.566	27.013	49.367	51.473
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil	102.824	115.492	125.688	117.168	136.366	145.715	193.232	161.299	151.712	160.924
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo	965	947	758	853	670	604	584	493	713	503
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Los factores de emisión que se contemplan para la actividad transporte están en g/kg del combustible, por lo cual se hace necesario obtener los consumos en kilogramos, para eso se determinaron a partir del estudio FECOC elaborado por la UPME, los poderes caloríficos para lograr la conversión obteniendo los siguientes para los combustibles considerados,

Tabla 40. Poderes caloríficos

Combustible	Poder calorífico (TJ/Gg)
Gasolina motor	46,82
Diesel oil	43,85
GLP	47,26

Fuente. Unidad de Planeación Minero Energética. Promedios elaborados por el autor

Tabla 41. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía terrestre

Kilogramos

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<i>Uso de productos energéticos por SIEC</i>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<i>Derivados del petróleo</i>										
<i>Gasolina de aviación</i>										
Gasolina motor	718.980.421	567.922.987	878.623.333	799.239.694	746.787.120	893.530.458	759.579.910	576.914.247	1.054.326.643	1.099.304.299
<i>Queroseno tipo jet fuel</i>										
<i>Queroseno</i>										
Diesel Oil	2.345.076.887	2.633.992.257	2.866.529.446	2.672.216.299	3.110.059.468	3.323.279.376	4.406.985.694	3.678.699.105	3.460.051.201	3.670.146.590
<i>Diesel marino</i>										
<i>Fuel oil No 6</i>										
Gas Licuado del Petróleo	20.419.812	20.038.925	16.039.604	18.049.844	14.177.486	12.780.898	12.357.690	10.432.091	15.087.385	10.643.695
Biocombustibles										
<i>Alcohol carburante</i>										
<i>Biodiesel</i>										
<i>Leña</i>										
<i>Bagazo</i>										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

De acuerdo a la guía de EMEP/EEA 2016 para la actividad transporte terrestre, se toman los factores de emisión sugeridos por defecto de manera general, tomando tan solo el factor de dióxido de azufre del estudio FECOC, ya que para los demás gases no se tienen datos publicados para el país.

Tabla 42. Factores de emisión para el transporte terrestre, para la gasolina motor

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	13,22	g/Kg combustible
CO	152,3	g/Kg combustible
COVDM	14,59	g/Kg combustible
SO ₂	3,5705*	Kg/ TJ
PST	-	g/Kg combustible
PM ₁₀	-	g/Kg combustible
PM _{2,5}	0,02	g/Kg combustible
BC	0,05	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. Table 3-5 y 3-6. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor

Tabla 43. Factores de emisión para el transporte terrestre, para diesel oil

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	14,91	g/Kg combustible
CO	7,4	g/Kg combustible
COVDM	1,54	g/Kg combustible
SO ₂	2,9676	Kg/TJ
PST	-	g/Kg combustible
PM ₁₀	-	g/Kg combustible
PM _{2,5}	1,52	g/Kg combustible
BC	0,55	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. Table 3-5 y 3-6. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

Tabla 44. Factores de emisión para el transporte terrestre, para GLP

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	15,2	g/Kg combustible
CO	84,7	g/Kg combustible
COVDM	13,64	g/Kg combustible

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. Table 3-5 y 3-6. Información recopilada por el autor.

Aplicando los factores de emisión se calculan las emisiones para la actividad transporte rama 46 según la clasificación de cuentas nacionales, por uso de gasolina motor, diesel oil y GLP.

Tabla 45. Estimación de las emisiones por uso gasolina motor, para la actividad transporte terrestre

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	9,5	7,5	11,6	10,6	9,9	11,8	10,0	7,6	13,9	14,5
CO	109,5	86,5	133,8	121,7	113,7	136,1	115,7	87,9	160,6	167,4
COVDM	10,5	8,3	12,8	11,7	10,9	13,0	11,1	8,4	15,4	16,0
SO ₂	0,12	0,09	0,15	0,13	0,12	0,15	0,13	0,10	0,18	0,18
PST										
PM ₁₀										
PM _{2,5}	0,014	0,011	0,018	0,016	0,015	0,018	0,015	0,012	0,021	0,022
BC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 46. Estimación de las emisiones por uso diesel oil, para la actividad transporte terrestre

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	34,97	39,27	42,74	39,84	46,37	49,55	65,71	54,85	51,59	54,72
CO	17,35	19,49	21,21	19,77	23,01	24,59	32,61	27,22	25,60	27,16
COVDM	3,61	4,06	4,41	4,12	4,79	5,12	6,79	5,67	5,33	5,65
SO ₂	0,31	0,34	0,37	0,35	0,40	0,43	0,57	0,48	0,45	0,48
PST										
PM ₁₀										
PM _{2,5}	3,56	4,00	4,36	4,06	4,73	5,05	6,70	5,59	5,26	5,58
BC	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 47. Estimación de las emisiones por uso de GLP, para la actividad transporte terrestre

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,31	0,30	0,24	0,27	0,22	0,19	0,19	0,16	0,23	0,16
CO	1,73	1,70	1,36	1,53	1,20	1,08	1,05	0,88	1,28	0,90
COVDM	0,28	0,27	0,22	0,25	0,19	0,17	0,17	0,14	0,21	0,15

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 48. Total de emisiones para la actividad transporte terrestre

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	44,78	47,09	54,60	50,68	56,46	61,56	75,94	62,63	65,76	69,42
CO	128,58	107,68	156,39	143,03	137,95	161,76	149,34	115,97	187,46	195,48
COVDM	14,38	12,62	17,45	16,02	15,88	18,33	18,04	14,22	20,92	21,84
SO ₂	0,43	0,44	0,52	0,48	0,53	0,58	0,70	0,58	0,63	0,66
PM _{2,5}	3,58	4,02	4,37	4,08	4,74	5,07	6,71	5,60	5,28	5,60
BC	0,020	0,022	0,024	0,022	0,026	0,028	0,037	0,031	0,029	0,031

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Además de los cálculos llevados a cabo para la actividad transporte, se estimaron las emisiones para el transporte terrestre usado en la actividad de explotación de minas y canteras, las cuales se integrarán a esta estimación, siendo entonces los siguientes datos de emisiones para el uso de gasolina y diesel oil,

Tabla 49. Estimación de las emisiones por uso gasolina motor, para la actividad explotación de minas y canteras

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5
CO	4,1	3,0	4,3	4,6	4,6	5,4	4,4	3,6	6,3	6,2
COVDM	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6
SO ₂	0,004	0,003	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,004	0,007	0,007
PST										
PM ₁₀										
PM _{2,5}	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
BC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 50. Estimación de las emisiones por uso diesel oil, para la actividad explotación de minas y canteras

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	1,81	2,08	2,23	2,67	3,33	3,38	4,66	3,96	3,60	3,96
CO	0,90	1,03	1,10	1,32	1,65	1,68	2,31	1,96	1,79	1,97
COVDM	0,19	0,21	0,23	0,28	0,34	0,35	0,48	0,41	0,37	0,41
SO ₂	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
PST										
PM ₁₀										
PM _{2,5}	0,18	0,21	0,23	0,27	0,34	0,34	0,47	0,40	0,37	0,40
BC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.3.3 Estimación de las emisiones para la actividad transporte marítimo y fluvial. Una vez se obtienen los factores de emisión, se toman y analizan los registros de consumo de combustible de las actividades según la nomenclatura de cuentas nacionales de la rama 47 que contempla el transporte por vía acuática (fluvial y marítimo), identificando así los tipos de combustible usados, aplicación el cálculo para el periodo 2005 – 2014p de la variable de consumo intermedio de la matriz de flujos físicos de energía.

Tabla 51. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía marítimo y fluvial

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	1.147	825	1.193	1.013	968	1.133	809	592	1.064	1.101
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil										
Diesel marino	9.697	9.846	10.544	10.028	9.061	8.463	9.632	9.983	7.182	7.562
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Los factores de emisión que se contemplan para la actividad transporte marítimo y fluvial están en g/kg del combustible, por lo cual se hace necesario obtener los consumos en kilogramos, para eso se determinaron a partir del estudio FECOC elaborado por la UPME, los poderes caloríficos para lograr la conversión obteniendo los siguientes para los combustibles considerados,

Tabla 52. Poderes caloríficos

Combustible	Poder calorífico (TJ/Gg)
Diesel marino	43,14

Fuente. Unidad de Planeación Minero Energética. Promedios elaborados por el autor

Tabla 53. Consumo de combustibles de la actividad del transporte por vía marítimo y fluvial

Kilogramos

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario										
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	24.496.377	17.619.452	25.478.795	21.634.551	20.673.490	24.197.381	17.277.741	12.643.292	22.723.754	23.513.959
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil										
Diesel marino	224.799.588	228.253.764	244.435.068	232.472.958	210.055.591	196.192.525	223.292.733	231.429.750	166.495.890	175.305.196
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Tabla 54. Factores de emisión para el transporte marítimo y fluvial, por el uso de gasolina motor

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	9,4	g/Kg combustible
CO	573,9	g/Kg combustible
COVDM	181,5	g/Kg combustible
SOx	20	g/Kg combustible
SO ₂	3,5705*	Kg/TJ
PST	9,5	g/Kg combustible
PM ₁₀	9,5	g/Kg combustible
PM _{2,5}	9,5	g/Kg combustible
BC	0,05	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii International maritime and inland navigation, national navigation, national fishing, recreational boats International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing. Table 3-3. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

Tabla 55. Factores de emisión para el transporte marítimo y fluvial, por el uso de diesel marino

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	78,5	g/Kg combustible
CO	7,4	g/Kg combustible
COVDM	2,8	g/Kg combustible
SO _x	20	g/Kg combustible
SO ₂	4,3905*	Kg/Terajulio
PST	1,5	g/Kg combustible
PM ₁₀	1,5	g/Kg combustible
PM _{2,5}	1,4	g/Kg combustible
BC	0,31	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii International maritime and inland navigation, national navigation, national fishing, recreational boats International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing. Table 3-3. *UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

Una vez se obtienen los factores de emisión y los consumos para la actividad, se aplican al algoritmo matemático para calcular las emisiones y obtener los siguientes resultados,

Tabla 56. Estimación de las emisiones por uso de gasolina motor, para la actividad transporte marítimo y fluvial

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
CO	14,1	10,1	14,6	12,4	11,9	13,9	9,9	7,3	13,0	13,5
COVDM	4,4	3,2	4,6	3,9	3,8	4,4	3,1	2,3	4,1	4,3
SO ₂	0,004	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003	0,002	0,004	0,004
SO _x	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5
PST	2,1	2,2	2,3	2,2	2,0	1,9	2,1	2,2	1,6	1,7
PM ₁₀	2,1	2,2	2,3	2,2	2,0	1,9	2,1	2,2	1,6	1,7
PM _{2,5}	0,233	0,167	0,242	0,206	0,196	0,230	0,164	0,120	0,216	0,223
BC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 57. Estimación de las emisiones por uso de diesel marino, para la actividad transporte marítimo y fluvial

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	17,65	17,92	19,19	18,25	16,49	15,40	17,53	18,17	13,07	13,76
CO	1,66	1,69	1,81	1,72	1,55	1,45	1,65	1,71	1,23	1,30
COVDM	0,63	0,64	0,68	0,65	0,59	0,55	0,63	0,65	0,47	0,49
SO ₂	4,50	4,57	4,89	4,65	4,20	3,92	4,47	4,63	3,33	3,51
SO _x	0,19	0,20	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,20	0,14	0,15

PST	0,34	0,34	0,37	0,35	0,32	0,29	0,33	0,35	0,25	0,26
PM ₁₀	0,34	0,34	0,37	0,35	0,32	0,29	0,33	0,35	0,25	0,26
PM _{2,5}	0,31	0,32	0,34	0,33	0,29	0,27	0,31	0,32	0,23	0,25
BC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 58. Total de emisiones para la actividad de transporte marítimo y fluvial

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	17,88	18,08	19,43	18,45	16,68	15,63	17,69	18,29	13,28	13,98
CO	15,72	11,80	16,43	14,14	13,42	15,34	11,57	8,97	14,27	14,79
COVDM	5,08	3,84	5,31	4,58	4,34	4,94	3,76	2,94	4,59	4,76
SO ₂	4,50	4,57	4,89	4,65	4,20	3,93	4,47	4,63	3,33	3,51
SO _x	0,68	0,55	0,72	0,63	0,59	0,65	0,54	0,45	0,60	0,62
PST	2,47	2,51	2,69	2,56	2,31	2,16	2,46	2,55	1,83	1,93
PM ₁₀	2,47	2,51	2,69	2,56	2,31	2,16	2,46	2,55	1,83	1,93
PM _{2,5}	0,55	0,49	0,58	0,53	0,49	0,50	0,48	0,44	0,45	0,47
BC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.4 Estimación de las emisiones para las actividades comercial e institucional

El sector comercial e institucional concebido desde las cuentas nacionales conforma las ramas 43, 44 y 45 y las ramas 50 – 60, de las cuales se ha tomado los consumos de combustibles, y se han llevado a cabo las estimaciones de emisiones, a partir de lo consolidado por la Cuentas Ambiental y Económica de Energía, según la matriz de flujos físicos de productos de energía para el periodo 2005 – 2014p nacional.

Siendo así como se consolida la información de consumo para estas actividades, de acuerdo a la siguientes tablas,

Tabla 59. Consumo de combustibles para la actividad comercio

Terajulios	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario	12.614	12.209	13.587	19.494	19.686	41.970	42.518	43.884	49.817	58.622
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										

Gasolina de aviación										
Gasolina motor	366	308	466	423	395	473	405	308	663	601
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno	478	241	212	224	297	217	370	181	1.130	633
Diesel Oil	8.296	10.341	9.381	11.434	12.382	13.051	18.327	15.436	15.761	14.401
Diesel marino										
Fuel oil No 6	2.035	5.979	11.937	5.548	1.159	333	1.367	810	827	2.693
Gas Licuado del Petróleo	3.859	4.042	1.756	3.543	2.792	2.772	2.627	2.249	3.369	2.379
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Tabla 60. Consumo de combustibles para la actividad establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario	814	831	684	1.398	1.612	3.095	3.089	3.287	3.696	4.143
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	1.097	726	1.412	1.269	1.197	1.469	1.275	978	1.738	2.043
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil	6.089	7.909	7.283	9.984	11.941	12.726	17.720	15.166	15.162	16.543
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Tabla 61. Consumo de combustibles para la actividad de servicios sociales, comunales y personales

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										

Gas natural minería										
Gas natural domiciliario	19.127	17.900	15.273	30.249	34.283	68.473	66.867	70.021	84.580	88.394
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación	157	128	145	56	73	48	38	70	38	34
Gasolina motor	6.458	5.773	8.390	6.702	6.602	8.120	6.578	5.083	10.874	11.241
Queroseno tipo jet fuel	3.196	4.230	4.594	3.988	5.287	4.244	4.159	4.988	5.135	5.261
Queroseno	69	34	42	29	46	35	55	27	191	120
Diesel Oil	6.562	8.115	10.322	8.103	10.355	11.567	14.772	12.646	14.527	14.824
Diesel marino	375	513	528	500	476	463	523	579	482	503
Fuel oil No 6	419	1.111	3.297	1.130	284	81	296	179	206	826
Gas Licuado del Petróleo	181	253	200	171	149	137	122	98	162	114
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña										
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Se revisó la guía EMEP/EEA 2016, y se establecieron los factores de emisión concebidos para dicha actividad, sugiriendo entonces los siguientes factores de emisión, además de contemplar los contenidos de dióxido de azufre sugeridos por la UPME, a través del estudio de Factores de Emisión para Colombia –FECOC- 2016.

Tabla 62. Factores de emisión para las actividades comercial e institucional, usando gas natural y gas licuado del petróleo

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	74	g/GJ
CO	29	g/GJ
COVDM	23	g/GJ
SO _x	0,67	g/GJ
PST	0,78	g/GJ
PM ₁₀	0,78	g/GJ
PM _{2,5}	0,78	g/GJ
BC	4,0	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-4. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 63. Factores de emisión para las actividades comercial e institucional, usando combustibles líquidos

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	303,3	g/GJ
CO	40,3	g/GJ
COVDM	12,9	g/GJ
SOx	23,7	g/GJ
SO ₂	Gasolina motor 3,5705*	Kg/Tj
	Queroseno 42,0002*	
	Diesel oil 2,9676*	
PST	11,6	g/GJ
PM ₁₀	11,6	g/GJ
PM _{2,5}	10,7	g/GJ
BC	56	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-5. UPME. FECOC 216. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

De acuerdo a los factores de emisión, concebidos y analizados se determinaron los siguientes cálculos para la actividad,

Tabla 64. Estimación de las emisiones por uso de gas natural y GLP, para las actividades de comercio

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	1,22	1,20	1,14	1,70	1,66	3,31	3,34	3,41	3,94	4,51
CO	1,22	1,20	1,14	1,70	1,66	3,31	3,34	3,41	3,94	4,51
COVDM	0,48	0,47	0,44	0,67	0,65	1,30	1,31	1,34	1,54	1,77
SO ₂	0,38	0,37	0,35	0,53	0,52	1,03	1,04	1,06	1,22	1,40
SO _x										
PST	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
PM ₁₀	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
PM _{2,5}	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
BC	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 65. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos para las actividades de comercio

Gigagramos del gas										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	3,39	5,12	6,67	5,35	4,32	4,27	6,21	5,08	5,57	5,56
CO	0,45	0,68	0,89	0,71	0,57	0,57	0,82	0,67	0,74	0,74
COVDM	0,14	0,22	0,28	0,23	0,18	0,18	0,26	0,22	0,24	0,24
SO ₂	0,046	0,042	0,038	0,045	0,051	0,050	0,071	0,055	0,097	0,071
SO _x	0,26	0,40	0,52	0,42	0,34	0,33	0,49	0,40	0,44	0,43
PST	0,13	0,20	0,26	0,20	0,17	0,16	0,24	0,19	0,21	0,21
PM ₁₀	0,13	0,20	0,26	0,20	0,17	0,16	0,24	0,19	0,21	0,21
PM _{2,5}	0,12	0,18	0,24	0,19	0,15	0,15	0,22	0,18	0,20	0,20
BC	0,067	0,101	0,132	0,106	0,085	0,084	0,123	0,100	0,110	0,110

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 66. Total estimación de las emisiones para las actividades de comercio

Gigagramos del gas										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	4,61	6,32	7,81	7,05	5,98	7,58	9,55	8,49	9,51	10,07
CO	1,67	1,88	2,02	2,42	2,24	3,88	4,17	4,09	4,68	5,25
COVDM	0,62	0,69	0,73	0,90	0,84	1,48	1,57	1,55	1,78	2,01
SO ₂	0,42	0,42	0,39	0,57	0,57	1,08	1,11	1,12	1,32	1,47
SO _x	0,26	0,40	0,52	0,42	0,34	0,33	0,49	0,40	0,44	0,43
PST	0,14	0,21	0,27	0,22	0,18	0,20	0,27	0,23	0,25	0,26
PM ₁₀	0,14	0,21	0,27	0,22	0,18	0,20	0,27	0,23	0,25	0,26
PM _{2,5}	0,13	0,19	0,25	0,21	0,17	0,19	0,25	0,22	0,24	0,24
BC	0,067	0,102	0,132	0,106	0,086	0,086	0,124	0,102	0,112	0,112

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 67. Estimación de las emisiones por uso de gas natural y GLP, para la actividad establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas

Gigagramos del gas										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,06	0,06	0,05	0,10	0,12	0,23	0,23	0,24	0,27	0,31
CO	0,06	0,06	0,05	0,10	0,12	0,23	0,23	0,24	0,27	0,31
COVDM	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12
SO ₂	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
SO _x										
PST	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM ₁₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM _{2,5}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 68. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos para la actividad establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	2,18	2,62	2,64	3,41	3,98	4,31	5,76	4,90	5,13	5,64
CO	0,29	0,35	0,35	0,45	0,53	0,57	0,77	0,65	0,68	0,75
COVDM	0,09	0,11	0,11	0,15	0,17	0,18	0,25	0,21	0,22	0,24
SO ₂	0,022	0,026	0,027	0,034	0,040	0,043	0,057	0,048	0,051	0,056
SO _x	0,17	0,20	0,21	0,27	0,31	0,34	0,45	0,38	0,40	0,44
PST	0,08	0,10	0,10	0,13	0,15	0,16	0,22	0,19	0,20	0,22
PM ₁₀	0,08	0,10	0,10	0,13	0,15	0,16	0,22	0,19	0,20	0,22
PM _{2,5}	0,08	0,09	0,09	0,12	0,14	0,15	0,20	0,17	0,18	0,20
BC	0,043	0,052	0,052	0,067	0,079	0,085	0,114	0,097	0,101	0,111

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 69. Total estimación de las emisiones para establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	2,24	2,68	2,69	3,52	4,10	4,53	5,99	5,14	5,40	5,94
CO	0,35	0,41	0,40	0,56	0,65	0,80	0,99	0,89	0,95	1,06
COVDM	0,12	0,14	0,13	0,19	0,22	0,27	0,33	0,30	0,33	0,36
SO ₂	0,04	0,05	0,04	0,07	0,08	0,11	0,13	0,12	0,14	0,15
SO _x	0,17	0,20	0,21	0,27	0,31	0,34	0,45	0,38	0,40	0,44
PST	0,08	0,10	0,10	0,13	0,15	0,17	0,22	0,19	0,20	0,22
PM ₁₀	0,08	0,10	0,10	0,13	0,15	0,17	0,22	0,19	0,20	0,22
PM _{2,5}	0,08	0,09	0,09	0,12	0,14	0,15	0,21	0,18	0,18	0,20
BC	0,043	0,052	0,052	0,067	0,079	0,085	0,114	0,097	0,101	0,111

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 70. Estimación de las emisiones por uso de gas natural y GLP, para la actividad de servicios sociales, comunales y personales

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	1,43	1,34	1,15	2,25	2,55	5,08	4,96	5,19	6,27	6,55
CO	1,43	1,34	1,15	2,25	2,55	5,08	4,96	5,19	6,27	6,55
COVDM	0,56	0,53	0,45	0,88	1,00	1,99	1,94	2,03	2,46	2,57
SO ₂	0,44	0,42	0,36	0,70	0,79	1,58	1,54	1,61	1,95	2,04

SO _x										
PST	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07
PM ₁₀	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07
PM _{2,5}	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07
BC	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 71. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos para la actividad de servicios sociales, comunales y personales

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	5,23	6,04	8,29	6,22	7,01	7,45	8,01	7,15	9,54	9,95
CO	0,69	0,80	1,10	0,83	0,93	0,99	1,06	0,95	1,27	1,32
COVDM	0,22	0,26	0,35	0,26	0,30	0,32	0,34	0,30	0,41	0,42
SO ₂	0,045	0,046	0,062	0,049	0,056	0,065	0,070	0,057	0,090	0,089
SO _x	0,41	0,47	0,65	0,49	0,55	0,58	0,63	0,56	0,75	0,78
PST	0,20	0,23	0,32	0,24	0,27	0,28	0,31	0,27	0,36	0,38
PM ₁₀	0,20	0,23	0,32	0,24	0,27	0,28	0,31	0,27	0,36	0,38
PM _{2,5}	0,18	0,21	0,29	0,22	0,25	0,26	0,28	0,25	0,34	0,35
BC	0,103	0,119	0,164	0,123	0,139	0,147	0,158	0,141	0,188	0,197

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 72. Total estimación de las emisiones para la actividad de servicios sociales, comunales y personales

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	6,66	7,38	9,43	8,47	9,56	12,53	12,97	12,34	15,81	16,50
CO	2,12	2,15	2,25	3,08	3,48	6,07	6,02	6,14	7,54	7,87
COVDM	0,78	0,78	0,80	1,15	1,30	2,31	2,28	2,34	2,86	2,99
SO ₂	0,49	0,46	0,42	0,75	0,85	1,64	1,61	1,67	2,04	2,12
SO _x	0,41	0,47	0,65	0,49	0,55	0,58	0,63	0,56	0,75	0,78
PST	0,21	0,25	0,33	0,26	0,30	0,34	0,36	0,33	0,43	0,45
PM ₁₀	0,21	0,25	0,33	0,26	0,30	0,34	0,36	0,33	0,43	0,45
PM _{2,5}	0,20	0,23	0,30	0,24	0,27	0,32	0,33	0,31	0,40	0,42
BC	0,104	0,120	0,164	0,124	0,140	0,149	0,160	0,143	0,191	0,199

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.5 Estimación de las emisiones para el sector hogares

De acuerdo a la concepción de cuentas nacionales, los hogares no se constituyen como una actividad económica sino un sector institucional, siendo así como se estudia y estructura la contabilidad nacional, por lo cual no está concebido dentro de la clasificación de la CIIU. Este sector hace también consumo de combustibles fósiles, por lo cual se consideran dichos consumos de acuerdo a la matriz oferta – utilización de la cuenta de flujos físicos de energía, para el periodo 2005-2014p.

Tabla 73. Consumo de combustibles para la actividad de servicios sociales, comunales y personales

Terajulios

Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario	51.458	54.698	58.657	61.016	60.532	61.827	51.779	51.708	52.561	53.712
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación										
Gasolina motor	90.659	97.403	101.316	99.323	87.182	99.780	96.262	101.146	89.025	113.824
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil										
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo	21.006	21.112	21.780	18.917	22.712	21.840	20.670	17.527	16.653	16.962
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										
Leña	97.850	98.048	98.275	98.528	98.815	99.135	99.473	99.831	100.270	100.735
Bagazo										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

De donde las emisiones descargadas al aire se consideran de acuerdo a los siguientes factores de emisión según EMEP/EEA 2016,

Tabla 74. Factores de emisión para el sector hogares, usando gas natural y GLP

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	60	g/GJ
CO	30	g/GJ
COVDM	2,0	g/GJ
SO _x	0,3	g/GJ
PST	2,2	g/GJ
PM ₁₀	2,2	g/GJ
PM _{2,5}	2,2	g/GJ
BC	5,4	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-13. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 75. Factores de emisión para el sector hogares, usando leña

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	50	g/GJ
CO	4000	g/GJ
COVDM	600	g/GJ
SO _x	11	g/GJ
PST	880	g/GJ
PM ₁₀	840	g/GJ
PM _{2,5}	820	g/GJ
BC	7	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-14. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 76. Factores de emisión para el sector hogares por uso de gasolina motor

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	13,22	g/Kg combustible
CO	152,3	g/Kg combustible
COVDM	14,59	g/Kg combustible
SO ₂	3,5705*	Kg/TJ
PST	-	g/Kg combustible
PM ₁₀	-	g/Kg combustible
PM _{2,5}	0,02	g/Kg combustible
BC	0,05	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. Table 3-5 y 3-6. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

De acuerdo a los desarrollos que se llevaron a cabo, se vinieron aplicando los factores de emisión a los consumos que se observaron y recopilaron de los hogares, según la Matriz Oferta-Utilización de flujos físicos de energía, tomándose la información base para generar las siguientes estimaciones,

Tabla 77. Estimación de las emisiones para el sector hogares, usando gasolina motor

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	25,6	27,5	28,6	28,0	24,6	28,2	27,2	28,6	25,1	32,1
CO	294,9	316,8	329,5	323,1	283,6	324,6	313,1	329,0	289,6	370,2
COVDM	28,2	30,4	31,6	30,9	27,2	31,1	30,0	31,5	27,7	35,5
SO ₂	0,32	0,35	0,36	0,35	0,31	0,36	0,34	0,36	0,32	0,41
PM _{2,5}	0,039	0,042	0,043	0,042	0,037	0,043	0,041	0,043	0,038	0,049
BC	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 78. Estimación de las emisiones para el sector hogares, usando gas natural y GLP

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	4,35	4,55	4,83	4,80	4,99	5,02	4,35	4,15	4,15	4,24
CO	4,35	4,55	4,83	4,80	4,99	5,02	4,35	4,15	4,15	4,24
COVDM	2,17	2,27	2,41	2,40	2,50	2,51	2,17	2,08	2,08	2,12
SO ₂	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14
SO _x										
PST	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16
PM ₁₀	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16
PM _{2,5}	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16
BC	0,009	0,009	0,010	0,009	0,010	0,010	0,009	0,008	0,008	0,008

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 79. Estimación de las emisiones para el sector hogares, usando leña

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
CO	391,4	392,2	393,1	394,1	395,3	396,5	397,9	399,3	401,1	402,9
COVDM	58,7	58,8	59,0	59,1	59,3	59,5	59,7	59,9	60,2	60,4
SO ₂	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
SO _x										
PST	86,1	86,3	86,5	86,7	87,0	87,2	87,5	87,9	88,2	88,6
PM ₁₀	82,2	82,4	82,6	82,8	83,0	83,3	83,6	83,9	84,2	84,6
PM _{2,5}	80,2	80,4	80,6	80,8	81,0	81,3	81,6	81,9	82,2	82,6
BC	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 80. Total emisiones para el sector hogares

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	34,84	36,95	38,35	37,77	34,55	38,15	36,50	37,70	34,30	41,41
CO	690,63	713,56	727,47	721,97	683,83	726,11	715,35	732,47	694,80	777,41
COVDM	89,13	91,45	92,95	92,46	88,95	93,08	91,85	93,49	89,98	98,03
SO ₂	1,54	1,58	1,60	1,60	1,56	1,61	1,58	1,60	1,56	1,66
SO _x										
PST	86,27	86,45	86,66	86,88	87,14	87,42	87,70	88,00	88,39	88,80
PM ₁₀	82,35	82,53	82,73	82,94	83,19	83,46	83,72	84,01	84,38	84,77
PM _{2,5}	80,44	80,61	80,81	81,01	81,25	81,52	81,77	82,06	82,41	82,81
BC	5,63	5,64	5,65	5,67	5,68	5,70	5,72	5,74	5,76	5,79

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.2.6 Estimación de las emisiones para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

El sector agricultura, silvicultura y pesca concebido desde las cuentas nacionales conforma las ramas 1 – 5, de las cuales se ha tomado los consumos de combustibles, y se han llevado a cabo las estimaciones de emisiones, a partir de lo consolidado por la Cuentas Ambiental y Económica de Energía, según la matriz de flujos físicos de productos de energía para el periodo 2005 – 2014p nacional.

Tabla 81. Consumo de combustibles para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

Terajulios	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
<u>Uso de productos energéticos por SIEC</u>										
Carbón mineral										
Gas natural minería										
Gas natural domiciliario	127	68	50	87	85	194	182	164	273	307
Petróleo										
<u>Derivados del petróleo</u>										
Gasolina de aviación	816	568	626	296	356	207	172	306	146	141
Gasolina motor	2.791	2.121	2.869	2.613	2.372	2.605	2.250	1.710	3.187	3.237
Queroseno tipo jet fuel										
Queroseno										
Diesel Oil	3.922	4.053	5.223	4.442	5.179	5.025	6.687	5.593	5.244	5.438
Diesel marino										
Fuel oil No 6										
Gas Licuado del Petróleo										
Biocombustibles										
Alcohol carburante										
Biodiesel										

Fuente. DANE. Cuenta Ambiental y Económica de Energía. Consolidado por el autor

Se revisó la guía EMEP/EEA 2016, y se establecieron los factores de emisión concebidos para dicha actividad, sugiriendo entonces los siguientes factores de emisión,

Tabla 82. Factores de emisión para la actividad agricultura, silvicultura y pesca, usando gas natural

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	74	g/GJ
CO	29	g/GJ
COVDM	23	g/GJ
SOx	0,67	g/GJ
PST	0,78	g/GJ
PM ₁₀	0,78	g/GJ
PM _{2,5}	0,78	g/GJ
BC	4,0	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-4. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 83. Factores de emisión para la actividad agricultura, silvicultura y pesca, usando combustibles líquidos

Contaminante	Valor	Unidad
NOx	303,3	g/GJ
CO	40,3	g/GJ
COVDM	12,9	g/GJ
SOx	23,7	g/GJ
SO ₂	Gasolina motor 3,5705*	Kg/Tj
	Queroseno 42,0002*	
	Diesel oil 2,9676*	
PST	11,6	g/GJ
PM ₁₀	11,6	g/GJ
PM _{2,5}	10,7	g/GJ
BC	56	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-5. UPME. FECOC 216. UPME, FECOC 2016. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

Tabla 84. Factores de emisión para la actividad agricultura, silvicultura y pesca, usando leña

Contaminante	Valor	Unidad
NO _x	50	g/GJ
CO	4000	g/GJ
COVDM	600	g/GJ
SO _x	11	g/GJ
PST	880	g/GJ
PM ₁₀	840	g/GJ
PM _{2,5}	820	g/GJ
BC	7	% of PM _{2,5}

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Small combustion. Table 3-14. Información recopilada por el autor.

GJ= GigaJulios = 10⁹ julios

De acuerdo a los factores de emisión, concebidos y analizados se determinaron los siguientes cálculos para la actividad,

Tabla 85. Estimación de las emisiones por uso de gas natural, para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

Gigagramos del gas										
Productos energéticos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
NO _x	0,009	0,005	0,004	0,006	0,006	0,014	0,013	0,012	0,020	0,023
CO	0,009	0,005	0,004	0,006	0,006	0,014	0,013	0,012	0,020	0,023
COVDM	0,004	0,002	0,001	0,003	0,002	0,006	0,005	0,005	0,008	0,009
SO ₂	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004	0,006	0,007
SO _x										
PST	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM ₁₀	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM _{2,5}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 86. Estimación de las emisiones por uso de combustibles líquidos para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	2,04	1,87	2,45	2,14	2,29	2,31	2,71	2,21	2,56	2,63
CO	0,27	0,25	0,33	0,28	0,30	0,31	0,36	0,29	0,34	0,35
COVDM	0,09	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,12	0,09	0,11	0,11
SO ₂	0,022	0,020	0,026	0,023	0,024	0,024	0,028	0,023	0,027	0,028
SO _x	0,16	0,15	0,19	0,17	0,18	0,18	0,21	0,17	0,20	0,21
PST	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,08	0,10	0,10
PM ₁₀	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,08	0,10	0,10
PM _{2,5}	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,09
BC	0,040	0,037	0,048	0,042	0,045	0,046	0,054	0,044	0,051	0,052

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 87. Estimación de las emisiones por uso de leña para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
CO	21,8	21,4	21,4	21,5	21,9	21,8	21,8	22,0	22,2	22,2
COVDM	3,3	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
SO ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SO _x										
PST	4,8	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9
PM ₁₀	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7
PM _{2,5}	4,5	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6
BC	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

Tabla 88. Total estimación de las emisiones para la actividad agricultura, silvicultura y pesca

Gigagramos del gas	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014p
Productos energéticos										
NO _x	2,32	2,15	2,73	2,41	2,57	2,60	3,00	2,50	2,86	2,93
CO	22,04	21,67	21,75	21,79	22,22	22,12	22,15	22,27	22,61	22,61
COVDM	3,35	3,29	3,32	3,32	3,39	3,37	3,39	3,39	3,45	3,46
SO ₂	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
SO _x	0,16	0,15	0,19	0,17	0,18	0,18	0,21	0,17	0,20	0,21
PST	4,87	4,78	4,81	4,81	4,91	4,88	4,89	4,92	4,99	4,99
PM ₁₀	4,65	4,57	4,59	4,60	4,69	4,67	4,68	4,70	4,77	4,77
PM _{2,5}	4,53	4,46	4,48	4,48	4,57	4,55	4,56	4,58	4,65	4,65
BC	0,35	0,34	0,36	0,35	0,36	0,36	0,37	0,36	0,37	0,37

Fuente. Cálculos elaborados por el autor

6.3 CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN CALCULADA EN EL MARCO DE LA MATRIZ OFERTA UTILIZACIÓN DE LA CUENTA DE EMISIONES AL AIRE

Una vez se lleva a cabo el proceso de cálculo de emisiones y clasificación de las actividades económicas, teniendo como base la matriz oferta-utilización de la Cuenta de Flujos Físicos de Energía, y logrando mantener la coherencia y consistencia del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, se enmarca la información calculada en una matriz oferta utilización bajo el esquema de la cuenta de emisiones al aire, con el fin de organizar la información y suministrar nuevas estimaciones que alimenten dicha cuenta, siendo así como se sugieren en las siguientes tablas los resultados para el periodo 2005 – 2014p.

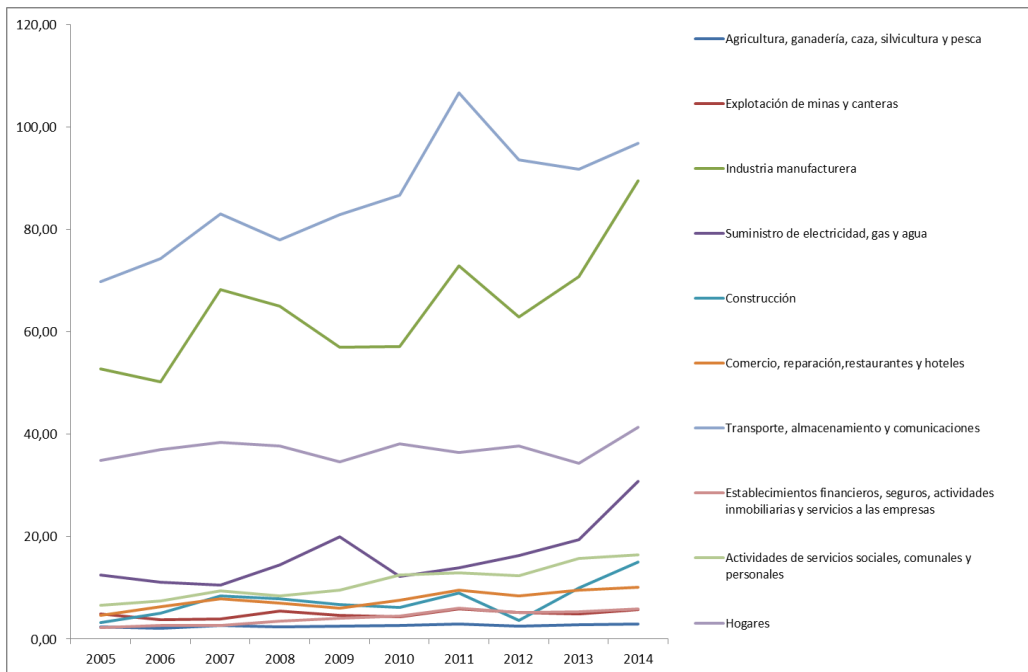
La matriz oferta utilización está clasificada por las grandes ramas de actividad económica de acuerdo a la nomenclatura de cuentas nacionales, lo cual le da coherencia en la cobertura de la información y en las actividades que han sido determinadas y caracterizadas para elaborar el cálculo.

Los gases consolidados son aquellos clasificados como calidad del aire, los cuales hacen parte de la propuesta de la Cuenta de Emisiones al Aire, siendo estos: Óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes del Metano (COVDM), óxidos de azufre (SOx), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores de 10 micras (PM₁₀), partículas menores de 2,5 micras (PM_{2,5}) y carbón negro conocido como (black carbon), los cuales están registrados para el país por actividades económicas y el sector hogares, para determinar el consolidado de la oferta, y de la demanda, la cual se considera, descargada al medio ambiente, ya que no se tienen registros de aprovechamiento de dichas descargas. Las matrices de consolidación están consolidadas en el Anexo 2 de este documento.

6.4 COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE PARA COLOMBIA, POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo al cálculo, estimación, clasificación y estructuración de las emisiones de calidad del aire, se observa a través de las siguientes gráficas los comportamientos por contaminante y grandes ramas de actividad económica.

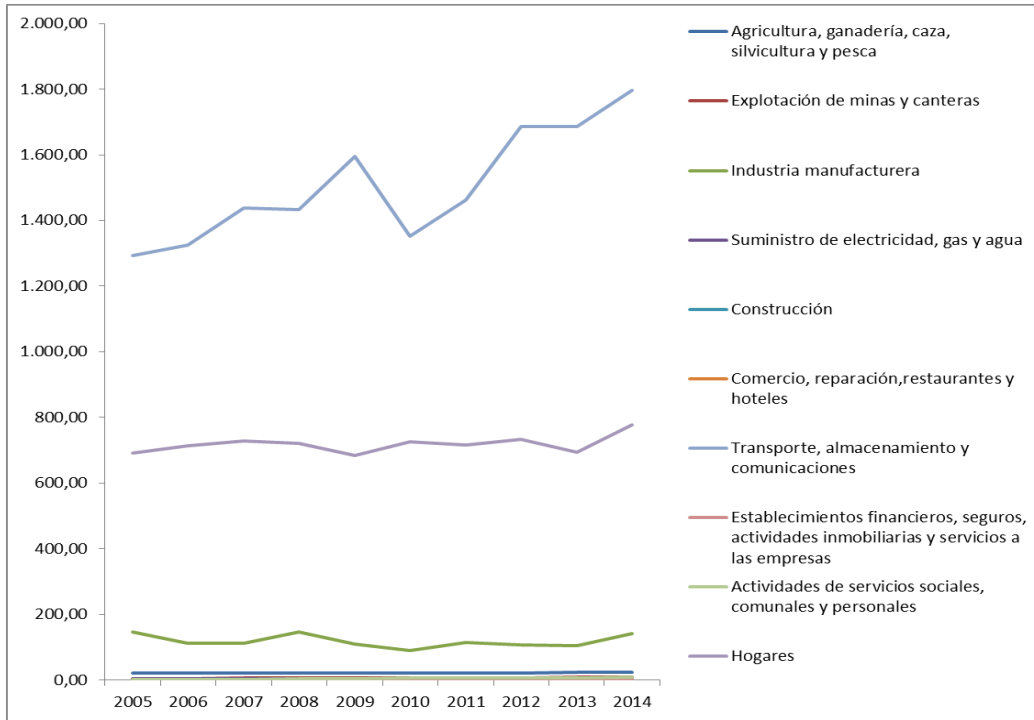
Figura 15. Comportamiento de las emisiones de NOx por grandes ramas de actividad económica



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

La gráfica que muestra el comportamiento de las emisiones de óxidos de nitrógeno, muestra que las actividades que presentan mayores concentraciones y representatividad son las actividades de Transporte, almacenamiento y comunicaciones, la industria manufacturera y los hogares, emisiones asociadas principalmente a la tecnología y al control de temperaturas en el proceso de combustión y a los contenidos de nitrógeno del combustible (derivados del petróleo y carbón).

Figura 16. Comportamiento de las emisiones de CO por grandes ramas de actividad económica

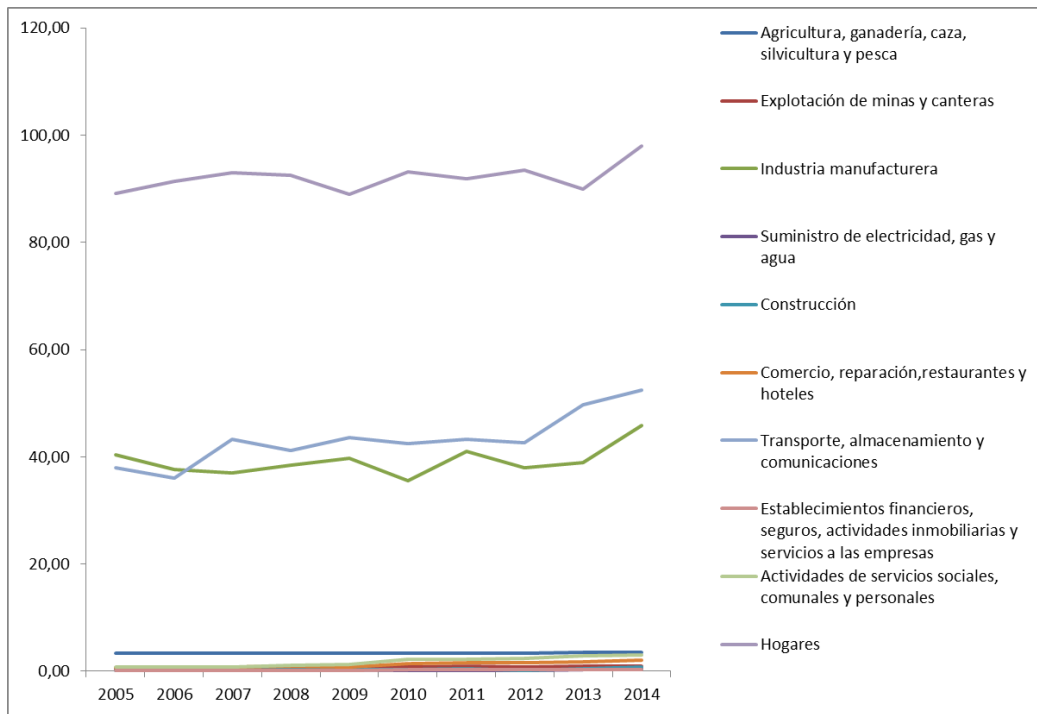


Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

Las emisiones de monóxido de carbono obedecen propiamente a los contenidos de carbono de los combustibles utilizados, y a la tecnología utilizada para su proceso de combustión. Las emisiones más relevantes por grandes ramas de actividad económica se le atribuyen, según este estudio, a las actividades del Transporte, almacenamiento y comunicaciones, al sector hogares y a la industria manufacturera.

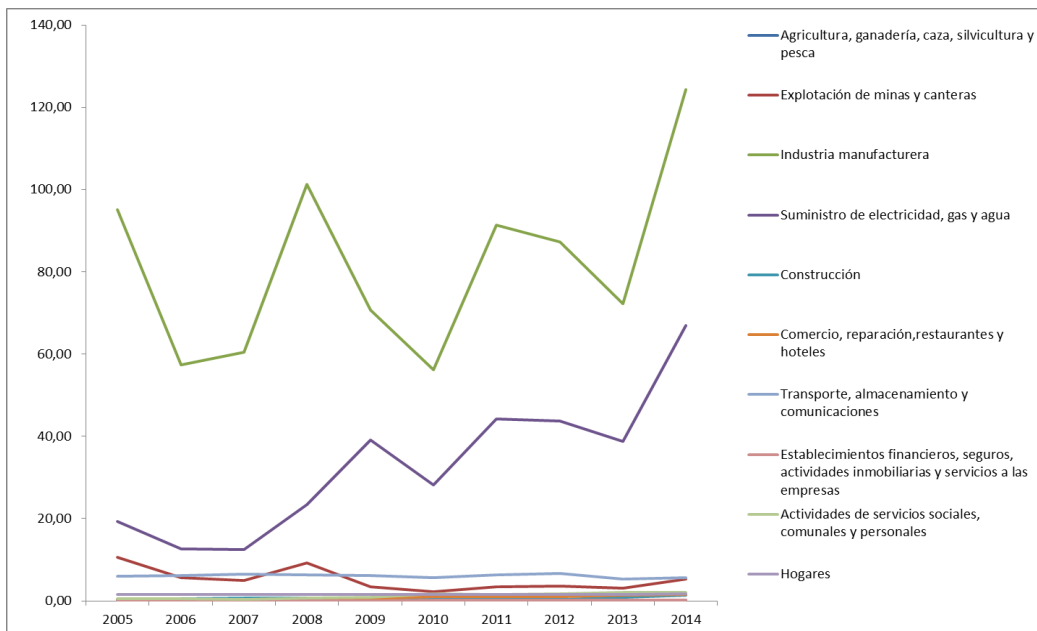
La siguiente figura muestra el comportamiento de las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano, donde se observa que las actividades económicas más emisoras en orden de importancia son el sector hogares y las actividades del Transporte, almacenamiento y comunicaciones y la industria manufacturera, asociados principalmente a la tecnología de combustión, observándose que los hogares tienen un contenido muy alto, debido al uso principalmente de leña.

Figura 17. Comportamiento de las emisiones de COVDM por grandes ramas de actividad económica



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

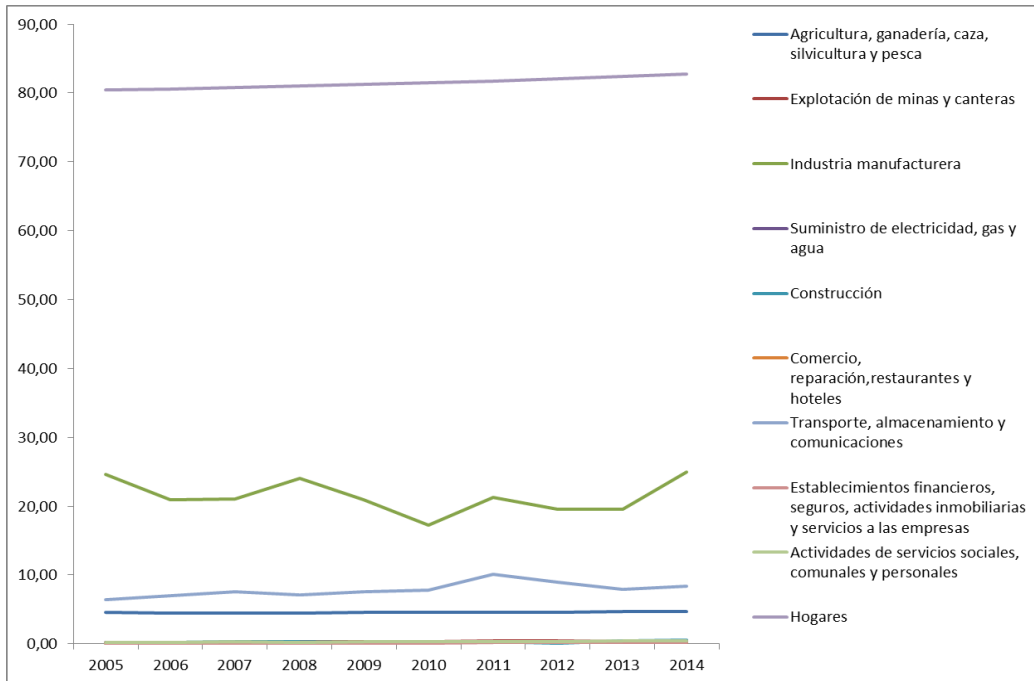
Figura 18. Comportamiento de las emisiones de SOx por grandes ramas de actividad económica



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

Las emisiones de óxidos de azufre se observan representativas para las actividades de la industria manufacturera y el suministro de electricidad, gas y agua, atribuyéndose principalmente este comportamiento al uso del carbón, debido a sus altos contenidos de azufre.

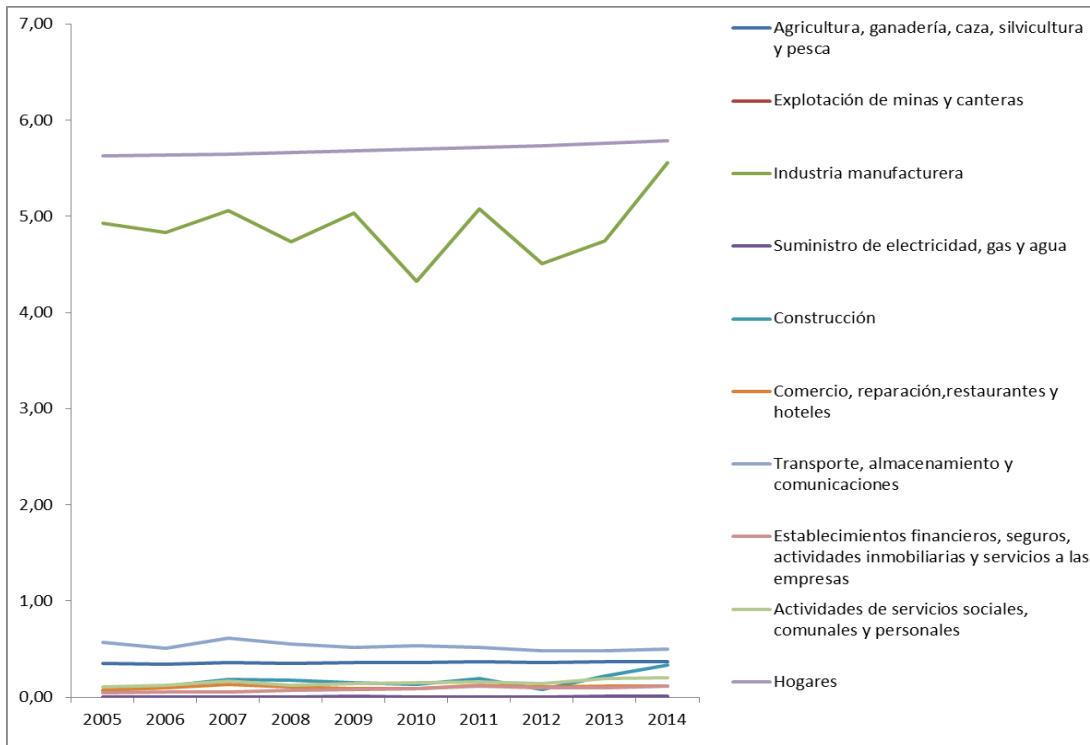
Figura 19. Comportamiento de las emisiones de PM_{2,5} por grandes ramas de actividad económica



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

Las emisiones generadas por material particulado, una vez se han discutido distintos puntos de vista desde la experticia de los investigadores, se ha determinado que las partículas que realmente afectan la salud humana son las partículas menores de 2,5 micras y el carbón negro (*black carbón*), por lo cual se pone en observación el comportamiento de este tipo de partículas, observándose que el sector hogares tiene la mayor concentración, debido principalmente a la quema de leña, siguiendo entonces la industria manufacturera y en tercer lugar la actividad del Transporte, almacenamiento y comunicaciones, esto asociado principalmente a los procesos de combustión incompleta, sin desconocer las demás afectaciones que han venido generando las partículas, como es el caso del oscurecimiento global.

Figura 20. Comportamiento de las emisiones de BC por grandes ramas de actividad económica



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

El carbón negro se determina como un porcentaje de la cantidad de material particulado menor a 2,5 micras emitido, se observa de acuerdo a su porcentaje que las principales emisiones son por el sector hogares y por la industria manufacturera.

6.5 INDICADORES DE INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE

6.5.1 INTENSIDAD DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE POR PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

De acuerdo a la metodología SCAE 2012, y las hojas metodológicas de los indicadores derivados de la Cuenta Satélite Ambiental elaborada por el DANE, los indicadores de intensidad representan la relación entre un flujo físico y un agregado económico, para este caso concentraciones del gas de calidad del aire por el PIB o valor agregado según sea el caso.

Este indicador pretende medir la eficiencia en la emisión de gases de calidad del aire por el agregado económico. Es así, como se interpreta entonces que cuando el indicador presenta decrecimiento en la tendencia se observa eficiencia y si la relación presenta crecimiento en la tendencia se observa una ineficiencia de la misma, una vez el agregado económico tenga un comportamiento de crecimiento.

La intensidad por PIB que se determinan solo contempla las emisiones generadas por las actividades económicas excluyendo los hogares de este cálculo.

Tabla 89. Intensidad de emisiones por PIB

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
NOX	0,000467	0,000449	0,000507	0,000478	0,000474	0,000457	0,000530	0,000446	0,000466	0,000529
CO	0,004339	0,004057	0,004090	0,004031	0,004271	0,003497	0,003576	0,003899	0,003725	0,003857
COVDM	0,000248	0,000219	0,000223	0,000216	0,000221	0,000204	0,000206	0,000189	0,000200	0,000212
SOX	0,000389	0,000230	0,000222	0,000355	0,000298	0,000226	0,000330	0,000308	0,000251	0,000402
PM _{2,5}	0,000107	0,000092	0,000089	0,000092	0,000085	0,000073	0,000083	0,000073	0,000069	0,000078
BC	0,000018	0,000017	0,000017	0,000015	0,000016	0,000013	0,000014	0,000012	0,000013	0,000014

Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

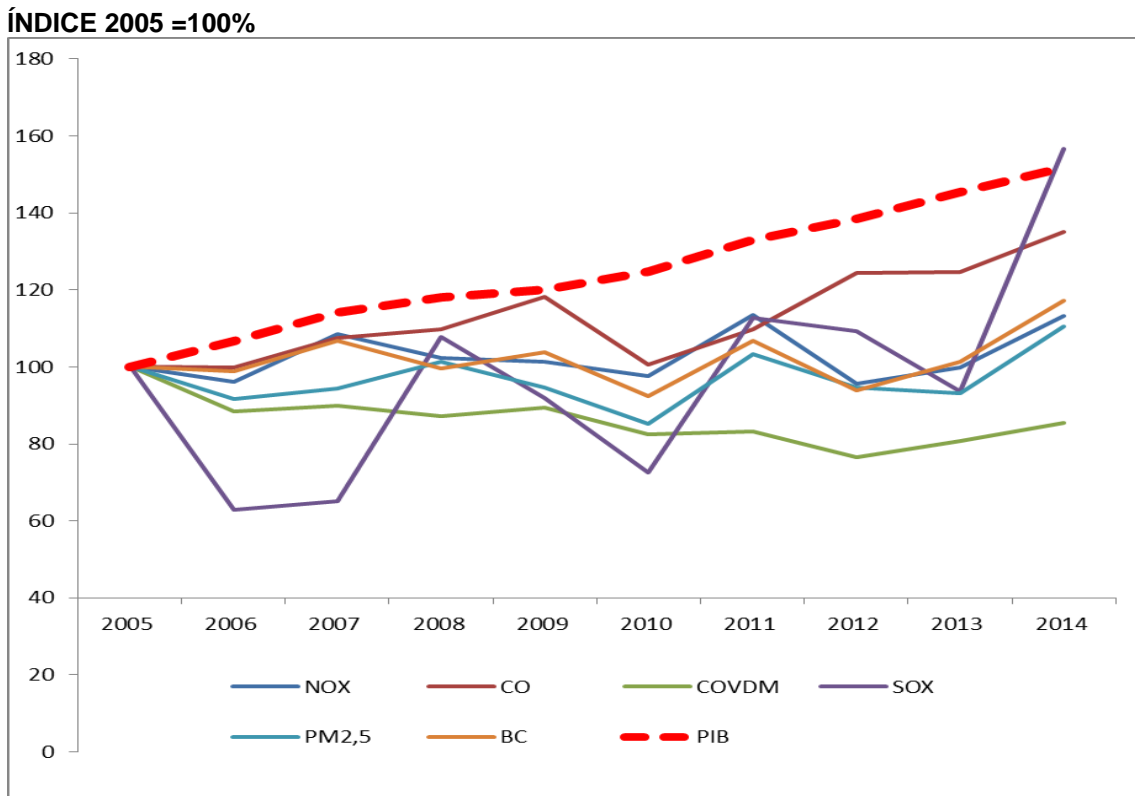
PIB. Tomado del Dane

Tabla 90. Intensidad de emisiones por PIB – Índice 2005=100

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
NOX	100	104,0	92,1	97,7	98,6	102,3	88,1	104,7	100,2	88,2
CO	100	100,2	93,0	91,1	84,6	99,4	91,2	80,4	80,2	74,1
COVDM	100,0	113,1	111,1	114,8	111,9	121,3	120,2	130,8	123,7	117,0
SOX	100,0	158,9	153,4	92,8	108,8	138,0	88,6	91,4	106,8	63,8
PM _{2,5}	100,0	109,0	106,0	98,6	105,5	117,5	96,7	105,7	107,4	90,5
BC	100,0	101,1	93,6	100,3	96,4	108,2	93,6	106,4	98,6	85,3

Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

Figura 21. Comportamiento de la intensidad de emisiones de calidad del aire por PIB



Fuente. Consolidado y elaborado por el autor

PIB. Tomado del DANE

El comportamiento de la intensidad de emisiones para la serie 2005 – 2014 arroja una tendencia creciente, la cual muestra ineficiencia en los procesos de combustión en las actividades económicas, siendo así como se insta a las políticas energéticas y ambientales fortalecer los procesos de mitigación y control ambiental de tal forma que se logre cambiar la dinámica de las descargas al aire de los gases de calidad del aire, entre otros, con el fin de minimizar los impactos ambientales acaecidos por esta importante actividad antrópica, como es la producción y la combustión de los combustibles fósiles. Se logra divisar en este comportamiento estimado, que las políticas que se han venido implementando todavía no ejercen mayor fuerza y representatividad en el impacto.

7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito de esta investigación fue explorar, caracterizar y determinar cómo se lograba involucrar los registros estimados de emisiones de calidad del aire a las variables macroeconómicas, generadas por los procesos de combustión, con el propósito general de emitir indicadores que midan algunas variables que puedan contribuir a los análisis de desarrollo sostenible, desde el contexto local, regional y global, respondiendo a algunas iniciativas como Crecimiento Verde, OCDE y Objetivos del Desarrollo Sostenible, entre otros, además de lograr la comparación internacional, entre esto, logrando así una mejor observación de los fenómenos. (OCDE, Monitoreo del crecimiento verde, p.21)

Partiendo de los procesos sugeridos por Naciones Unidas y Eurostat, se ha venido consolidando el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas para el país; dentro de este sistema la Cuenta de Emisiones al Aire, la cual en la actualidad se desprende de los diferentes inventarios de gases que se estiman de acuerdo a los intereses de carácter local, regional o global.

De esta manera, se identifica que en Colombia solo se estiman a nivel nacional y departamental las emisiones generadas por los Gases Efecto Invernadero, para el reporte que debe llevarse a cabo según el cumplimiento de la ley 164 de 1994, por medio de la cual se adopta la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", este inventario obedece a una metodología elaborada para suplir las necesidades de la convención con miras a monitorear la emanación de los GEI, y para emisiones gases calidad del aire, existen los inventarios de fuentes fijas regionales y locales conforme a ley 99 de 1993, al decreto 948 de 1995, a la resolución 909 de 2008 y subsiguientes, de los cuales se toman decisiones frente a los procesos que deben llevarse a cabo para su mitigación, identificando así donde es posible iniciar políticas en esta problemática, e informando a través de dicho inventario, la situación local o regional, sin embargo, se hace indispensable lograr aterrizar la información en el carácter nacional, de tal manera que se logre obtener información consolidada que pueda dar una mirada de manera global al comportamiento de las emisiones y a las actividades económicas que las emiten,

con el fin de aplicar políticas que puedan intervenir de manera general, apoyándose en la información regional que lograría esclarecer ciertos fenómenos, y así ser más asertivos en los procesos de planeación e implementación de los programas de mitigación.

Estos inventarios han sido estructurados de acuerdo al registro de emisiones sugerido por la Unión Europea, donde se ha propuesto la Nomenclatura para Reporte (NFR), la cual ha sido utilizada por los países para crear sinergia con la información reportada por la Unión Europea, y facilitar los análisis de esta índole; partiendo de este hecho, se logra identificar que los inventarios están planteados desde las diferentes problemáticas e iniciativas de acuerdo a la región, lo cual hace que las metodologías den respuesta a las iniciativas creadas; es así como la Cuenta de Emisiones al Aire, se estructura con el fin de consolidar todas las problemáticas ambientales que desencadenan los diferentes impactos atmosféricos aprovechando el potencial de las metodologías sugeridas, con el fin de potencializar el instrumento para análisis del desarrollo sostenible, siendo así como dicho instrumento hace un puente entre los desarrollos que han venido planteando para análisis ambiental y los desarrollos que se han planteado para análisis económicos creando un marco que sea sinérgico, y de respuesta a un fenómeno de manera integral, por lo cual se usan las metodologías de los inventarios en el marco de las cuentas nacionales para la construcción de dicho instrumento que pretende generar indicadores para política pública que logren determinar y visualizar las medidas de sostenibilidad posibles para mitigar los impactos ambientales y generar movimiento económico, involucrándose variables sociales, se logra integrar el sistema y lograr un análisis integral.

Partiendo de este hecho, las Cuentas de Emisiones al Aire se construyen bajo el principio de residencia, siendo este, el principio base de estructura de las cuentas nacionales para generar los agregados macroeconómicos, diferenciándose entonces de los inventarios de emisiones, los cuales son elaborados a partir del principio de territorialidad, desde este hecho y contexto económico, las cuentas inician un proceso de integración entre la información ambiental y económica. (SCN, 2008, SCAE, 2016)

La Unión Europea ha tomado los inventarios de emisiones, adicionando y ajustándolos a los requerimientos de las cuentas para lograr usarlos como instrumento para análisis económico-ambiental; sin embargo y como se observa en este procedimiento implementado en el DANE, se ha optado por construir la estimación de las emisiones

desde la cuenta, considerándose que si bien es cierto se tienen algunos instrumentos que pueden ser usados, se logra dimensionar que dicho ejercicio puede llegar a tener mayor confiabilidad y coherencia si se parte de la construcción desde la estructura de cuentas nacionales, de tal forma que se logre obtener una sinergia total con todo el sistema económico; se analizó previamente a este ejercicio la posibilidad de adaptar dichos inventarios a la cuenta, pero existen varias variables que implican la no posible coherencia entre las unidades físicas estudiadas y las unidades monetarias, de igual forma a nivel nacional no hay consolidación de emisiones de calidad del aire, de metales pesados, de acidez entre otros, por lo cual para obtener el análisis de la misma cobertura de estudio, se determinó que las emisiones se calcularían desde la cuenta; sin embargo, si se usan las mismas metodologías de cálculo tomadas para la estimación de las emisiones en los inventarios, siendo así como se crea el procedimiento para llegar a conformar las estadísticas de emisiones para los diferentes grupos de categoría de fuente que contempla toda la Cuenta de Emisiones al Aire, y que para esta investigación fue la estructura y cálculo de las emisiones generadas por procesos de producción y utilización de materiales. Esta investigación, genera entonces a través de este proceso un nuevo instrumento que logra recoger la información nacional de las emisiones descargadas a la atmósfera en sus diferentes problemáticas, sinérgico con las unidades monetarias y las variables que desencadenan los agregados económicos, de tal forma que se logra construir indicadores de sostenibilidad que aseguran una coherencia y consistencia con la información macroeconómica para la toma de decisiones.

Se hace importante resaltar, que la recopilación de la información con la que se construyen las emisiones es a partir de las subcuentas que hacen parte del Sistema de Cuenta Ambiental y Económica, y que para el caso de las emisiones generadas por calidad del aire por sistemas de combustión, se toman del Sistema de la Cuenta Ambiental y Económica de energía, por lo cual se observa que la información difiere en algunas variables del Balance Energético Nacional, ya que el principio en el que está estructurado es desde el principio de territorialidad, y como se ha mencionado las cuentas están concebidas desde el principio de residencia, por lo cual existen algunas variables que no se consideran dentro del balance como si dentro de la cuenta lo cual hace que las emisiones si se conciben desde otra estructura difieran en sus niveles.

Es este el desarrollo, que se pretende se evalúe desde las diferentes perspectivas, y se logre llegar a procesos de homologación de dicha información, con el fin de lograr que independientemente del uso que se le dé a la misma, y el esquema de reporte que se maneje, los registros deben concebirse desde los mismos niveles, lo cual hace que la información sea sinérgica y objetiva desde cualquier punto de vista, ya que el instrumento base como es la cuenta de energía y el balance presenta estimaciones muy disimiles principalmente en los consumos energéticos, lo cual desencadena en un encuentro de reportes donde y de acuerdo a los análisis de la OCDE, existe desarticulación de las instituciones en el manejo de las estadísticas, lo cual se evidencia no solo con estas sino, con muchas otras.

La institución de las Cuentas Ambientales y Económicas han puesto en discusión las estructuras de los diferentes instrumentos de recolección de información, cuestionándose así, incluso la pertinencia de algunos de ellos, y de la misma manera, la inquietud de lograr fortalecer uno sistema robusto, minimizando costos, y no duplicando procesos dirigidos a los mismos objetivos desde las diferentes instituciones, además de iniciar procesos de articulación de dichos sistemas para lograr entrar en sinergia estadística, de tal forma que se logren hablar los instrumentos entre sí, para potencializar sus usos.

Desde el esquema propuesto de la Cuenta de Emisiones al Aire, se logra visionar un comportamiento más integral, ya que acopiar todos los gases, y todas las actividades económicas involucradas, hace que la toma decisiones sea en conjunto, y no dirigida a un segmento muy reducido, ya que las problemáticas que hoy en día se desatan no obedecen solamente a los gases efecto invernadero, calidad del aire, sino que involucra la acidez, las sustancias agotadoras de ozono, los metales pesados, etc; por lo cual se hace relevante evaluar un conjunto de situaciones que conlleven a que cada una de las actividades económicas analizadas, se visualice desde un todo, y se logre dirigir estrategias que minimicen todos los gases que implican las problemáticas, desde un mismo frente, o en su defecto que se logre monitorear como se vienen adelantando dichas medidas.

Esta investigación logra dimensionar a través de los indicadores el comportamiento ineficiente de los diferentes sistemas de combustión, que desde otras perspectivas no se logra observar, y que estimando las emisiones desde un contexto general puede

evidenciarse cuales pueden ser las principales debilidades de las actividades económicas y de los hogares frente al problema de contaminación. Es importante mencionar que las estimaciones son concebidas con factores de emisión por defecto, ya que aún no logramos consolidar factores de emisión de calidad del aire a nivel nacional, como sí ya se han calculado para Gases Efecto Invernadero, siendo esta la tarea que se propone a las instituciones avaladas para tal fin; esta evaluación, no desconoce que existen diferentes investigaciones que han adelantado en esta área, sin embargo, siguen siendo ejercicios plenamente locales, que no responden a un desarrollo y oficialidad de la información a nivel nacional.

Aprovechando estos desarrollos, y estas necesidades de información, se logra identificar y unir a los comentarios de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), donde se menciona con mucha certeza que si bien es cierto existen medidas de mitigación que pueden aliviar los problemas de cambio climático y a la vez los problemas de calidad del aire, existen políticas en las cuales y en entre ellas la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ayudar a alcanzar los objetivos climáticos, pero al mismo tiempo puede incrementar las emisiones de partículas en suspensión y otros contaminantes atmosféricos carcinógenos, deteriorando así la calidad del aire no sólo de Europa, sino de todas las regiones donde se implemente. (EEA, 2013)

Se insta a los investigadores bajo los anteriores argumentos, a proponer investigación frente a estos temas, y a debatir los resultados, de tal manera que se logre llegar a concertación de las dinámicas expuestas por esta investigación. De la misma manera, se aclara que los consumos de energía, que han sido calculados y registrados por la cuenta de energía elaborada por el DANE, se consideran desde la sinergia económica por lo cual son concebidos desde el esquema oferta-utilización donde se tienen en cuenta las variables de producción, de consumo intermedio, de consumo final, de importaciones y exportaciones, etc, dentro de un contexto de correlativas de las nomenclaturas y clasificaciones utilizadas para organizar dicha información en la misma estructura económica, con el fin de lograr determinar indicadores de intensidad, de productividad y de contaminación, que al ser relacionados con agregados macroeconómicos como el producto interno bruto, el valor agregado, o el ingreso mixto bruto producido por los hogares se encuentra con la misma cobertura de la variable analizada, de tal forma que dicha relación guarda coherencia y consistencia, dándole confiabilidad al indicador,

determinando así, información sinérgica para la toma de decisiones en el contexto ambiental y económico.

En la actualidad, una vez se determinan estadísticas o información ambiental, se le aplica el agregado económico (valor agregado, PIB, Ingreso Mixto Bruto), sin contemplar la cobertura, la coherencia y la metodología que implica la construcción de dichos agregados, considerando que su relación es uno a uno, emitiendo decisiones sobre dicho comportamiento, dejando de lado la importancia que tiene observar que cualquier fenómeno se comportará diferente en la economía, si una variable que no fue medida en el agregado económico se involucra o no se involucra en la información o en la estadística ambiental. Siendo este, una de las debilidades que los organismos internacionales han detectado en la construcción y reporte de los indicadores, se ha venido trascendiendo en la necesidad de evaluar la calidad de estos, de tal forma que se inste a los países desde los análisis económicos, a involucrar las Cuentas Ambientales y Económicas como instrumento base en los análisis integrales, de los cuales también se involucran los indicadores de desacoplamiento, que como se menciona en la metodología y ya usados en la Unión Europea, ayudan a dimensionar los múltiples escenarios en los que se puede dirigir una política, para este caso de sostenibilidad; entendiendo así, que desde esta perspectiva, la mirada debe ser enteramente integral, y que los planes de desarrollo deben estar apuntando no a un segmento en particular, sino a las soluciones integrales que dibujen el nuevo paradigma del desarrollo sostenible, discurso apoyado en análisis elaborados por la CEPAL con autores como I. Farid, Ortúzar M. y Quiroga R. 2005, CEPAL, p 16.

En la actualidad no existe información de emisiones de calidad del aire desde el contexto nacional, por lo cual no se logra poder comparar o discernir sobre los comportamientos que arroja cada uno de los contaminante analizados por las diferentes actividades económicas, sin embargo se logra identificar que este ejercicio es un adelanto en términos de levantamiento de información ambiental y económica que desde este esquema robustece la cuenta de emisiones al aire, de tal manera, que se pueda consolidar una cuenta que logre determinar y aunar todos los registros para la toma de decisiones desde esta problemática ambiental, social y económica.

Sin embargo si se puede contrarrestar la información consolidada con los informes de calidad del aire, que aunque son regionales logran presentar comportamientos que pueden reflejar o soportar los análisis que se tienen desde las emisiones en el contexto nacional, de esta manera se observó el “Informe Anual de Calidad del Aire, 2015”, para la ciudad de Bogotá, emitido por la Secretaría Distrital de Medio Ambiente donde se observa el comportamiento de las emisiones de pm_{10} y $pm_{2,5}$ principalmente superando de manera reiterativa la norma diaria permisible vigente (Resolución 610 de 2010), siendo esta de $100\mu g/m^3$ y $50\mu g/m^3$ respectivamente para 24 horas; la Comisión Europea ha venido actualizando y ajustando de acuerdo a las investigaciones los estándares de calidad del aire, siendo así como se han venido haciendo más restrictivos, poniendo la norma para pm_{10} en $50\mu g/m^3$ y $25\mu g/m^3$ para 24 horas; observándose que si estos estándares de calidad del aire se aplicaran en Colombia, los niveles de calidad del aire superarían la norma en un 90% de lo que se estima en el día de hoy, generando el cuestionamiento de entonces cual es el estado de salud de la población que está expuesta 24 horas a este tipo de contaminación.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM – describe en su informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2011 – 2015 que “algunas estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) pertenecientes a áreas urbanas presentaron incumplimientos de este límite, las cuales corresponden al Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA y CORANTIOQUIA) y a las ciudades de Bogotá (SDA), Bucaramanga (CDBM) y Santa Marta (CORPAMAG). Estas zonas se caracterizan por su alta densidad poblacional y por la diversidad de actividades de emisión de fuentes fijas, móviles y de área; la confluencia de estas características en áreas reducidas hace crítico el análisis de la calidad del aire, teniendo en cuenta el potencial de afectación de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos a la salud de la población. Como casos particulares, se destacan las estaciones Carvajal y Kennedy, localizadas en el suroccidente de Bogotá, las cuales durante los cinco años estudiados incumplieron la normatividad nacional y cuyas concentraciones promedio anuales se encuentran entre las más altas con respecto a las estaciones que monitorearon PM_{10} en el país”. (IDEAM, 2016)

Statistics New Zealand (2005) ha venido elaborando las cuentas de emisiones al aire, planteando además la necesidad de que los gases que afectan la salud humana sean

enteramente registrados y monitoreados, ya que los riesgos son muy altos, pues la exposición a estos contaminantes criterio, aumentan las tasas de enfermedades pulmonares, de asma, cardíacas y carcinogénicas, entre otros. Lo cual expone la necesidad de fortalecer este tipo de estadísticas, en Colombia y en el mundo, ya que la cantidad de enfermedades asociadas a estos contaminantes, aunque ha sido enteramente demostrada por diferentes instituciones, todavía no se logra masificar y poner en los intereses de las políticas públicas, siendo así, como se cuestiona, el hecho de que se han abocado a controlar los Gases Efecto Invernadero, pero los Gases Calidad del Aire siguen en el anonimato, a pesar de tener la importancia vital de la injerencia en la salud humana; desde este hecho se exponen estudios de expertos como Joel Kaufman, M.D., Douglas Dockery, Sc.D., Sri Nadadur, Ph.D., Frank Speizer, Ph.D., y muchos otros que han venido demostrando que existen otras enfermedades asociadas como el autismo, la función cognitiva, problemas cardiovasculares, mortalidad por cáncer principalmente de pulmón en niños, bronquitis, obesidad, tuberculosis, etc. Estos hechos evidencian la importancia que tiene instar a los países a construir las cuentas de emisiones al aire, ya que este tipo de instrumentos todavía no logran ser posicionados como instrumentos base de las estadísticas, lo cual con lleva a elevar dichos sistemas a las autoridades ambientales, ministerios, academia, etc; para que logren identificar la utilidad que puede proporcionar esta estadística para la toma de decisiones.

8 CONCLUSIONES

La cuenta ambiental y económica de emisiones al aire, elabora una importante recopilación de información estadística en materia de emisiones, las cuales se encuentran dispersas dentro de las diferentes instituciones del orden nacional y territorial, lo cual impide un análisis en conjunto de dicha información, fortaleza que esta cuenta ha venido desarrollando debido al registro nacional integral que hace de todas las emisiones al aire por cada uno de los impactos ambientales que las genera.

La metodología aquí propuesta, consolida información relevante, para responder a iniciativas como Agenda 21, Río +20, OCDE, Crecimiento Verde, ODS, entre otros, en el marco del análisis de toma de decisiones para política pública en desarrollo sostenible.

En el análisis de la información que se requiere para llevar a cabo los cálculos de las emisiones por los procesos de combustión estudiados se observa que se requiere un detalle de análisis estadístico, como documentarse sobre la cobertura que utilizan las estadísticas básicas como las encuestas, los registros administrativos e información general, ya que esta cobertura es determinante para observar y concluir sobre el consumo de combustibles por actividad económica, lo cual podría aumentar el nivel de confiabilidad de los cálculos.

La compilación de las emisiones desde todas las fuentes de generación, y desde el contexto de los diferentes impactos ambientales generados, logra establecer un análisis enteramente más integral, lo cual puede desencadenar unos mejores indicadores que apoyen las decisiones de país al respecto.

El uso de los factores de emisión por defecto pueden estar subestimando o sobrestimando las emisiones de cada uno de los procesos en cuestión, lo cual, invita a los

interesados a calcular los factores de emisión de los gases calidad del aire al igual que se ha venido consolidando a nivel nacional los factores de emisión para GEI.

Los indicadores de intensidad muestran una marcada tendencia de ineficiencia en los procesos de combustión, por lo cual se insta a analizar las tecnologías y los procesos de combustión, para iniciar procesos de mitigación y control ambiental.

Los resultados del análisis de emisiones posicionan a las actividades Transporte, almacenamiento y comunicaciones, industria manufacturera y suministro de electricidad, gas y agua, como las actividades más emisoras de gases calidad del aire, y al sector hogares como un preocupante emisor, principalmente por usos de leña.

Los análisis que se presentan por parte del IDEAM y de las autoridades ambientales en materia de calidad del aire, reiteran que el estado de la calidad del aire es mala en las principales ciudades, análisis que se lleva a cabo desde la inmisión, lo cual responde a los procesos de emisión generados por las actividades económicas y los hogares.

9 RECOMENDACIONES

Se hace importante generar procesos de concertación interinstitucional, gremial, empresarial y académica, donde se discutan los diferentes procedimientos y metodologías que pueden llevarse a cabo para homologar las estadísticas básicas que se tienen de cada uno de los procesos analizados, ya que se observa enteramente disidencia en los resultados que arrojan las diferentes instituciones pertinentes frente al tema, debido a la conceptualización y análisis que cada una de ellas hace de la información.

Se recomienda, evaluar la pertinencia de los instrumentos que estén enfocados a procesos repetitivos desde las diferentes instituciones con el fin de aunar esfuerzos económicos y operacionales, de tal forma que se logre maximizar los recursos y obtener resultados más eficientes y eficaces.

Se invita a las instituciones pertinentes a que se evalúe la concertación y oficialización de factores de emisión de calidad del aire, de tal forma que se logre aterrizar a la realidad del país dichos factores y se logre ajustar la información calculada para tal fin.

10 BIBLIOGRAFÍA

A. García Mariaca, E. D. Cendales Ladino, A. F. Eslava Sarmiento (2016). Motores de combustión interna (MCI) operando con mezclas de etanol gasolina: revisión. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26 (1), pp. 75-96, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1626>. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/911/91145342007.pdf>

Australian Bureau of Statistics. *Towards the Australian Environmental-Economic Accounts*, 2013. Chapter 5 Greenhouse Gas Emissions. Recuperado de <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Products/4655.0.55.002~2013~Main+Features~Chapter+5+Greenhouse+Gas+Emissions?OpenDocument>

------. *Towards an Environmental Expenditure Account*, Australia, August 2014. Recuperado de <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/4603.0.55.001>

Centro mexicano de derecho ambiental. Carbón negro, contaminante muy peligroso para la salud y el cambio climático: Especialistas Internacionales. Julio 2013. México. Recuperado de <http://www.cemda.org.mx/carbon-negro-contaminante-muy-peligroso-para-la-salud-y-el-cambio-climatico-especialistas-internacionales/>

CEPAL. Cuentas Ambientales en los países de América Latina y el Caribe: Estado de Situación. Segunda Reunión de REDESA Ambiental. Santiago Noviembre 26 al 28, 2003. Recuperado de http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/3/13643/doc_ISA.pdf

CEPAL – WAVES – BANCO MUNDIAL. Curso Introductorio Contabilidad Ambiental. Cuentas de Energía en República Dominicana. Programa de Cooperación Regional. Abril 3 – 7, 2017.

Congreso de la República del Perú. Protocolo de Gotenburgo. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5A18D6AE42DCBBCB05257704006D3317/\\$FILE/19_ProtocolA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5A18D6AE42DCBBCB05257704006D3317/$FILE/19_ProtocolA.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Cuenta ambiental y económica de flujos de energía y de emisiones al aire, en unidades físicas. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/cuenta-satelite-ambiental-csa#cuenta-ambiental-y-economica-de-flujos-de-energía-y-de-emisiones-al-aire-en-unidades-físicas>

------. Guía para la estimación de la cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales. Octubre 2016. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta-ambiental-economica-flujos-materiales/Guia-metodologica-cuenta-ambiental-y-economica-de-flujos-de-materiales.pdf

------. Indicadores Cuenta Satélite Ambiental. Indicadores cuenta ambiental y económica de flujo de materiales. Cuenta de emisiones al aire en unidades físicas. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-ambiental-csa/cuenta-satelite-ambiental-csa-indicadores#indicadores-cuenta-ambiental-y-economica-de-flujo-de-materiales-cuenta-de-emisiones-al-aire-en-unidades-físicas>

------. Balance Oferta – Utilización (BOU) 2004 – 2014. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/pib-cuentas-nacionales/investigaciones-especiales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anales/5153-cuentas-de-bienes-y-servicios-base-2005>

------. Base de Datos de Comercio Exterior. Serie 2004 – 2014. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales.

------. Metodología de la Cuenta Satélite Ambiental. Grupo de Indicadores y Cuentas Ambientales. Recuperado de

http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Met_Ctas_Sat_Amb_11_12.pdf

----- Nomenclatura Cuentas Nacionales.
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/anuales/ccrg_base2005/nomenclaturas_B2005_04_14.xls

----- Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU). Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/sistema-estadistico-nacional-sen/normas-y-estandares/nomenclaturas-y-clasificaciones/clasificaciones/clasificacion-industrial-internacional-uniforme-de-todas-las-actividades-economicas-ciiu>

Economic and Social Council. Guidance document on control techniques for emissions of sulphur, nitrogen oxides, volatile organic compounds and particulate matter (including PM₁₀, PM_{2.5} and black carbon) from stationary sources. Recuperado de http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE.EB.AIR.117_AV.pdf

Eurostat. Methodologies and Working papers. *Manual for Air Emissions Accounts* European Commission. 2009

----- Methodologies and Working papers. *Manual for Air Emissions Accounts* European Commission. 2015. <http://bookshop.europa.eu/en/manual-for-air-emissions-accounts-pbKSGQ15009/?CatalogCategoryID=RrEKABstTJkAAAEjx5EY4e5L>

----- Air Emissions Accounts. Database. Recuperado de <http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/emissions-of-greenhouse-gases-and-air-pollutants/air-emission-accounts/database>

European Commission. Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the cement, lime and magnesium oxide manufacturing industries. Mayo 2010. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/data/images/BREF-cemento-revisado-aprobado-por-Comisi%C3%B3n-mayo-2010-.pdf>

----- . Reference documents under the IPPC Directive and the IED. Recuperado de <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

European Commission. Air Quality Standards. Recuperado de <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

European Environmental Agency (EEA). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. Recuperado de <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR/page005.html>

----- . Corinair Nomenclatures. 2002. Recuperado de www.eea.europa.eu/publications/corinair-nomenclatures/download

Fann, N., T. Brennan, P. Dolwick, J.L. Gamble, V. Ilacqua, L. Kolb, C.G. Nolte, T.L. Spero, and L. Ziska, 2016: Ch. 3: Air Quality Impacts. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 69–98. <http://dx.doi.org/10.10.7930/J0GQ6VP6>
https://s3.amazonaws.com/climatehealth2016/low/ClimateHealth2016_03_Air_Quality_small.pdf

Grupo consultivo de expertos sobre las comunicaciones nacionales de las partes no incluidas en el anexo I de la convención (GCE). Manual del sector de energía. Quema de combustibles. Recuperado de https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/training_material/methodological_documents/application/pdf/7-bis-handbook-on-energy-sector-fuel-combustion.pdf

Incombustión - Natura. Investigación e innovación en combustión avanzada de uso industrial. Enero 2016. http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/Informe_Final_FECOC_Correcciones_UPME_FunNatura.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia. 2007–2010. Bogotá. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022433/CALIDADDELAIREWEB.pdf>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. CONTAMINANTES A CONSIDERAR EN UN INVENTARIO DE EMISIONES. México. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/457/contaminantes.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI. Sistemas de cuentas nacionales de México. Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2012. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/economicas/medio_ambiente/702825004151.pdf

Luengo Félix A. Instituto Nacional de Estadística. España. Indicadores derivados de las Cuentas Ambientales. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/Temasvarios/Docum17.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. 2006. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japón. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>

----- . *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Volumen 3. Procesos Industriales y uso de productos*. 2006. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japón. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>

----- . *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Annex 2. IPCC and Corinair Source Categories*. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/annex2ri.pdf>

Martínez I. Termodinámica básica. Capítulo 15. Procesos de combustión. Recuperado de <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/c15/Combustion.%20Caracteristicas.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – IDEAM – PNUD. Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases Efecto Invernadero, 2000-2004.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. España. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/NOx-oxidoss-de-nitrogeno,15595,11,2007.html>

------. Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP. Capítulo 1. Combustión en la producción y transformación de la energía. España. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/01_Combusti%C3%B3n_en_la_producci%C3%B3n_y_transformaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_-_VNC_tcm7-219781.pdf

Naciones Unidas. Environmental Accounts. London Group. Meeting 19. Recuperado de http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting19/LG19_14_1.pdf

------. Unión Europea (UE), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), Banco Mundial. Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica, 2012. Marco central. New york 2016. Recuperado de http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/CF_trans/SEEA_CF_Final_sp.pdf

OCDE. Hacia el crecimiento verde. Un resumen para los diseñadores de políticas. 2011. Recuperado de <https://www.oecd.org/greengrowth/49709364.pdf>

------. Monitoreo del crecimiento verde en la Región de América Latina y el Caribe (ALC): Progreso y desafíos. Recuperado de https://www.oecd.org/greengrowth/Booklet_Spanish_LAT2015.pdf

P. Ismael. Reducción de emisiones contaminantes en grandes instalaciones de combustión. Recuperado de http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/1015/mod_resource/content/1/1C_C12757_0910/04_GT17_Reducccion_de_NOX_en_humos.pdf

Peter Stauvermann and Anne van der Veen. National accounting matrix including environmental accounts (NAMEA). Recuperado de http://www.ivm.vu.nl/en/Images/AT4_tcm234-161575.pdf

Statistics New Zealand. Energy, Economy and Emissions: 1997–2003 http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/industry_sectors/Energy/energy-economy-emissions-1997-2003.aspx

The United Nations Economic Commission for Europe - UNECE. Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) Protocol. Recuperado de http://www.unece.org/env/lrtap/emep_h1.html

----- LRTAP: Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Recuperado de <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1979.CLRTAP.e.pdf>

Unidad de Planeación Minero Energético -UPME. El níquel en Colombia. Bogotá 2009. http://www.upme.gov.co/Docs/Niquel_Colombia.pdf

----- Calculadora FECOC 2016. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html

Universidad Granada. Antonio J. Mota Ávila. Facultad de ciencias. Química del aire a nivel del suelo y contaminación del aire. España. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mota/Parte1-Tema02.pdf>

United States Environmental Protection Agency (EPA). Air Emissions Factors and Quantification. AP-42: Compilation of Air Emission Factors. Recuperado de

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors>

----- National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Recuperado de <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

United Nations. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1984. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Universidad Autónoma de Madrid. Gemma Durán Romero. ESTADÍSTICAS AMBIENTALES Y CONTABILIDAD AMBIENTAL EN LA UNIÓN EUROPEA. https://www.researchgate.net/profile/Gemma_Romero/publication/277142100_Informacion_ambiental_estadisticas_ambientales_y_contabilidad_ambiental_en_la_Union_Europea/links/556394b908ae9963a11ef22c/Informacion-ambiental-estadisticas-ambientales-y-contabilidad-ambiental-en-la-Union-Europea.pdf

Universidad de los Andes y Alcaldía Mayor de Bogotá. Elementos técnicos del plan decenal de descontaminación de Bogotá. Parte 2: Inventario de Emisiones Provenientes de Fuentes Fijas y Móviles. Recuperado de file:///C:/Users/mmsierrau/Downloads/elementos_tecnicos_plan_decenal_parte_2.pdf

Universidad Politécnica de Valencia. Nuestro Futuro Común. Recuperado de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0506189>

Universidad Rafael Landívar- IARNA. Cuenta Integrada de Energía y Emisiones. Guatemala. 2009. Recuperado de <http://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40342>

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 91. Estructura de las categorías de fuente de emisión generada por procesos de combustión

Clasificación NFR/EMEP		Clasificación CIU 3.1 AC		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CIU	Descripción	Código	Descripción
1A	Actividades por quema de combustibles fósiles				
1A1	Industria de la energía				
1A1a	Producción de calor y electricidad	4010	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica	38	Energía eléctrica
1A1b	Refinación del petróleo	2321	Fabricación de productos de la refinación del petróleo, elaborados en refinería	27	Productos de la refinación del petróleo; combustible nuclear; biocombustibles
		2322	Elaboración de productos derivados del petróleo, fuera de refinería		
1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de energía	2310	Fabricación de coque y semicoque, gas de coquería, alquitrán de hulla y lignito crudos, etc.		
1A2	Industria Manufacturera y de la construcción				
1A2a	Hierro y acero	2710	Industrias básicas de hierro y acero	31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
1A2b	Metales no ferrosos	2721	Industrias básicas de metales preciosos		
		2729	Industrias básicas de otros metales no ferrosos		
1A2c	Sustancias químicas	1422	Extracción de halita (sal)	28	Sustancias y productos químicos
		1591*	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas		
		2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados		
		2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados		
		2413	Fabricación de plásticos en formas primarias		
		2414	Fabricación de caucho sintético en formas primarias		
		2424	Fabricación de otros productos químicos		
		2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario		
		2422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas		
		2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos		
1A2d	Pulpa, papel e imprenta	2429	Fabricación de otros productos químicos ncp	25	Productos de papel, cartón y sus productos
		2430	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales		
		2101	Fabricación de pastas celulósicas; papel y cartón		
		2102	Fabricación de papel y cartón ondulado, fabricación de envases, empaques y de embalajes de papel y cartón		

Clasificación NFR/EMEP		Clasificación CIU 3.1 AC		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CIU	Descripción	Código	Descripción
		2109	Fabricación de otros artículos de papel y cartón		
1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1511	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos	10	Carnes y pescados
		1512	Procesamiento y conservación de pescado y productos de pescado		
		1521	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	17	Productos alimenticios
		1522	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	11	Aceites y grasas animales y vegetales
		1530	Elaboración de productos lácteos	12	Productos lácteos
		1541	Elaboración de productos de molinería	13	Productos de molinería, almidones y sus productos
		1542	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón		
		1543	Elaboración de alimentos preparados para animales		
		1561	Trilla de café	14	Productos de café y trilla
		1562	Descafeinado		
		1563	Tostión y molienda del café		
		1564	Elaboración de otros derivados del café		
		1571	Fabricación y refinación de azúcar	15	Azúcar y panela
		1572	Fabricación de panela		
		1581	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	16	Cacao, chocolate y productos de confitería
		1582	Elaboración de productos de panadería	13	Productos de molinería, almidones y sus productos
		1583	Elaboración de macarrones, fideos, alcuquuz y productos farináceos similares		
		1589	Elaboración de otros productos alimenticios ncp	17	Productos alimenticios
		1591	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas	18	Bebidas
		1592	Elaboración de bebidas fermentadas no destiladas		
1594	Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales				
1600	Fabricación de productos de tabaco	19	Productos de tabaco		
4521	Construcción de edificaciones para uso residencial	41	Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario		
4522	Construcción de edificaciones para uso no residencial				
4541	Instalaciones hidráulicas y trabajos conexos				
4542	Trabajos de electricidad				
4543	Trabajos de instalación de equipos				
4549	Otros trabajos de acondicionamiento	42	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario		
4551	Instalación de vidrios y ventanas				
4552	Trabajos de pintura y terminación de muros y pisos				
4559	Otros trabajos de terminación y acabado				

Clasificación NFR/EMEP		Clasificación CIU 3.1 AC		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CIU	Descripción	Código	Descripción
1A2f	Minerales no metálicos	2529	Fabricación de artículos de plástico Chp.	30	Productos minerales no metálicos
		2610	Fabricación de vidrio y productos de vidrio		
		2691	Fabricación de productos de cerámica no refractaria, para uso no estructural		
		2692	Fabricación de productos de cerámica refractaria		
		2693	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractarias, para uso estructural		
		2694	Fabricación de cemento, cal y yeso		
		2695	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso		
		2696	Corte, tallado y acabado de la piedra		
		2699	Fabricación de otros productos minerales no metálicos ncp		
1A2g	Otros		No hay clasificación		
1A3a	Aviación civil	6211	Transporte regular nacional de pasajeros, por vía aérea	48	Servicios de transporte por vía aérea
		6212	Transporte regular nacional de carga, por vía aérea		
		6213	Transporte regular internacional de pasajeros, por vía aérea		
		6214	Transporte regular internacional de carga, por vía aérea		
1 A 3	1A3b Transporte terrestre	6021	Transporte urbano colectivo regular de pasajeros	46	Servicios de transporte terrestre
		6022	Transporte intermunicipal colectivo regular de pasajeros		
		6023	Transporte internacional colectivo regular de pasajeros		
		6031	Transporte no regular individual de pasajeros		
		6041	Transporte municipal de carga por carretera		
		6042	Transporte intermunicipal de carga por carretera		
		6043	Transporte internacional de carga por carretera		
1A3c	Ferrocarriles	6010	Transporte por vía férrea		
1A3d	Navegación marítima y fluvial	6111	Transporte marítimo internacional	47	Servicios de transporte por vía acuática
		6112	Transporte marítimo de cabotaje		
1A4	1A4a Comercial/institucional	5011, 5012, 5030, 5040*, 5051, 5052, 5111, 5112, 5113, 5119, 5121, 5122, 5123, 5124, 5125, 5126, 5127, 5131, 5132*, 5133, 5134, 5135, 5136, 5137, 5139, 5141, 5142, 5151, 5152, 5153, 5154, 5155*, 5159, 5161, 5162, 5163, 5164, 5165, 5169, 5190, 5211, 5219, 5221, 5222, 5223, 5224, 5225, 5229, 5231, 5232, 5233, 5234, 5235, 5236, 5237, 5239, 5241, 5242, 5243, 5244, 5245, 5246,	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	43	Comercio
			Alojamiento en hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje no permanente	44	Mantenimiento y reparación de vehículos automotores; reparación de efectos personales y enseres domésticos
				45	Hoteles restaurantes, bares y similares

Clasificación NFR/EMEP		Clasificación CIU 3.1 AC		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CIU	Descripción	Código	Descripción
		5249, 5251, 5252, 5261, 5262, 5269 5511 – 5519			
		6511-6722	Intermediación financiera		
		7010 – 7499	Actividades inmobiliarias de alquiler y empresariales Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	50	Servicios de correos y telecomunicaciones
		8011 – 8012	Educación	51	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos
		8511 – 8519	Servicios sociales y de salud		
		9000 – 9309	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	52	Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda
		9500 – 9700	Actividades de hogares privados como empleadores y actividades no diferenciadas de hogares privados como productores		
		9900	Organizaciones y órganos extraterritoriales	53	Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios
				54	Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social
				55	Servicios de enseñanza de mercado
				56	Servicios de enseñanza de no mercado
				57	Servicios sociales y de salud de mercado
				58	Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente
				59	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de mercado
				60	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de no mercado
1A4b	Residencial		Este sector no es una actividad económica		Sector hogares
				01	Productos de café
				02	Otros productos agrícolas
				03	Animales vivos, productos animales y productos de la caza
1A4c	Agricultura, silvicultura, pesca	0111, 0115, 0116, 0118, 0112, 0113, 0117, 0140, 0121, 0123, 0122, 0124, 0150, 0201, 0501, 0502	Hace referencia al cultivo de la tierra, la crianza de ganado doméstico, en unidades de producción agropecuaria - upa; la caza de animales salvajes; la explotación de la madera, conservación de bosques y zonas forestales	04	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
				05	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. DANE. Nomenclatura Cuentas Nacionales. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Información recopilada por el autor.

ANEXO 2

Tabla 92. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2005

Año 2005 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,32	4,86	52,70	12,46	3,20	4,61	69,83	2,24	6,66	34,84	193,7	
CO	Gg del gas	22,04	5,07	147,07	3,51	0,41	1,67	1.293,76	0,35	2,12	690,63	2.166,6	
COVDM	Gg del gas	3,35	0,59	40,44	0,24	0,16	0,62	37,97	0,12	0,78	89,13	173,4	
SO _x	Gg del gas	0,16	10,61	95,12	19,31	0,29	0,42	5,97	0,04	0,49	1,54	134,0	
PST	Gg del gas	4,87	0,15	27,19	0,34	0,12	0,14	0,68	0,08	0,21	86,27	120,1	
PM ₁₀	Gg del gas	4,65	0,10	25,80	0,26	0,12	0,14	2,47	0,08	0,21	82,35	116,2	
PM _{2,5}	Gg del gas	4,53	0,23	24,61	0,16	0,12	0,13	6,39	0,08	0,20	80,44	116,9	
BC	Gg del gas	0,353	0,002	4,932	0,004	0,070	0,07	0,57	0,04	0,10	5,63	11,8	

Año 2005 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												193,7	193,7
NO _x	Gg del gas											2.166,6	2.166,6
CO	Gg del gas											173,4	173,4
COVDM	Gg del gas											134,0	134,0
SO _x	Gg del gas											120,1	120,1
PST	Gg del gas											116,2	116,2
PM ₁₀	Gg del gas											116,9	116,9
PM _{2,5}	Gg del gas											11,8	11,8
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 93. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2006

Año 2006 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,15	3,77	50,24	11,11	5,07	6,32	74,24	2,68	7,38	36,95		199,9
CO	Gg del gas	21,67	4,06	112,79	3,60	0,65	1,88	1.325,20	0,41	2,15	713,56		2.186,0
COVDM	Gg del gas	3,29	0,51	37,59	0,25	0,25	0,69	36,03	0,14	0,78	91,45		171,0
SO _x	Gg del gas	0,15	5,63	57,45	12,59	0,46	0,42	6,12	0,05	0,46	1,58		84,9
PST	Gg del gas	4,78	0,08	22,86	0,25	0,20	0,21	0,55	0,10	0,25	86,45		115,7
PM ₁₀	Gg del gas	4,57	0,05	21,71	0,20	0,20	0,21	2,51	0,10	0,25	82,53		112,3
PM _{2,5}	Gg del gas	4,46	0,24	20,88	0,13	0,20	0,19	7,04	0,09	0,23	80,61		114,1
BC	Gg del gas	0,344	0,002	4,830	0,003	0,111	0,10	0,51	0,05	0,12	5,64		11,7

Año 2006 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas											199,9	199,9
CO	Gg del gas											2.186,0	2.186,0
COVDM	Gg del gas											171,0	171,0
SO _x	Gg del gas											84,9	84,9
PST	Gg del gas											115,7	115,7
PM ₁₀	Gg del gas											112,3	112,3
PM _{2,5}	Gg del gas											114,1	114,1
PM _{2,5}	Gg del gas											11,7	11,7
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 94. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2007

Año 2007 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,73	3,87	68,27	10,57	8,48	7,81	82,95	2,69	9,43	38,35		235,1
CO	Gg del gas	21,75	5,42	112,46	3,38	1,09	2,02	1.438,16	0,40	2,25	727,47		2.314,4
COVDM	Gg del gas	3,32	0,64	37,00	0,23	0,41	0,73	43,25	0,13	0,80	92,95		179,5
SO _x	Gg del gas	0,19	5,04	60,40	12,46	0,78	0,39	6,58	0,04	0,42	1,60		87,9
PST	Gg del gas	4,81	0,07	23,03	0,25	0,33	0,27	0,72	0,10	0,33	86,66		116,6
PM ₁₀	Gg del gas	4,59	0,05	21,88	0,19	0,33	0,27	2,69	0,10	0,33	82,73		113,1
PM _{2,5}	Gg del gas	4,48	0,25	21,03	0,13	0,33	0,25	7,54	0,09	0,30	80,81		115,2
BC	Gg del gas	0,356	0,002	5,057	0,003	0,185	0,13	0,61	0,05	0,16	5,65		12,2

2007 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												235,1	235,1
NO _x	Gg del gas											2.314,4	2.314,4
CO	Gg del gas											179,5	179,5
COVDM	Gg del gas											87,9	87,9
SO _x	Gg del gas											116,6	116,6
PST	Gg del gas											113,1	113,1
PM ₁₀	Gg del gas											115,2	115,2
PM _{2,5}	Gg del gas											12,2	12,2
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 95. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2008

2008 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,41	5,43	64,95	14,45	7,90	7,05	77,91	3,52	8,47	37,77	229,9	
CO	Gg del gas	21,79	6,02	147,25	3,97	1,02	2,42	1.433,53	0,56	3,08	721,97	2.341,6	
COVDM	Gg del gas	3,32	0,73	38,52	0,28	0,39	0,90	41,24	0,19	1,15	92,46	179,2	
SO _x	Gg del gas	0,17	9,30	101,34	23,38	0,72	0,57	6,33	0,07	0,75	1,60	144,2	
PST	Gg del gas	4,81	0,13	26,66	0,41	0,31	0,22	0,63	0,13	0,26	86,88	120,4	
PM ₁₀	Gg del gas	4,60	0,09	25,25	0,30	0,31	0,22	2,56	0,13	0,26	82,94	116,7	
PM _{2,5}	Gg del gas	4,48	0,31	24,03	0,18	0,31	0,21	7,10	0,12	0,24	81,01	118,0	
BC	Gg del gas	0,351	0,002	4,739	0,004	0,173	0,11	0,56	0,07	0,12	5,67	11,8	

2008 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas											229,9	229,9
CO	Gg del gas											2.341,6	2.341,6
COVDM	Gg del gas											179,2	179,2
SO _x	Gg del gas											144,2	144,2
PST	Gg del gas											120,4	120,4
PM ₁₀	Gg del gas											116,7	116,7
PM _{2,5}	Gg del gas											118,0	118,0
BC	Gg del gas											11,8	11,8
												0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 96. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2009

Año 2009 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,57	4,59	56,99	19,95	6,75	5,98	82,90	4,10	9,56	34,55		227,9
CO	Gg del gas	22,22	6,29	109,42	4,79	0,87	2,24	1.594,23	0,65	3,48	683,83		2.428,0
COVDM	Gg del gas	3,39	0,79	39,71	0,34	0,33	0,84	43,54	0,22	1,30	88,95		179,4
SO _x	Gg del gas	0,18	3,42	70,70	39,16	0,62	0,57	6,08	0,08	0,85	1,56		123,2
PST	Gg del gas	4,91	0,05	23,06	0,64	0,26	0,18	0,59	0,15	0,30	87,14		117,3
PM ₁₀	Gg del gas	4,69	0,03	21,83	0,47	0,26	0,18	2,31	0,15	0,30	83,19		113,4
PM _{2,5}	Gg del gas	4,57	0,35	20,95	0,26	0,26	0,17	7,56	0,14	0,27	81,25		115,8
BC	Gg del gas	0,360	0,002	5,036	0,006	0,147	0,09	0,52	0,08	0,14	5,68		12,1

Año 2009 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												227,9	227,9
NO _x	Gg del gas											2.428,0	2.428,0
CO	Gg del gas											179,4	179,4
COVDM	Gg del gas											123,2	123,2
SO _x	Gg del gas											117,3	117,3
PST	Gg del gas											113,4	113,4
PM ₁₀	Gg del gas											115,8	115,8
PM _{2,5}	Gg del gas											12,1	12,1
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 97. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2010

Año 2010 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emissiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,60	4,42	57,10	12,19	6,18	7,58	86,71	4,53	12,53	38,15		232,0
CO	Gg del gas	22,12	7,09	89,24	2,49	0,79	3,88	1.352,15	0,80	6,07	726,11		2.210,7
COVDM	Gg del gas	3,37	0,87	35,52	0,18	0,30	1,48	42,41	0,27	2,31	93,08		179,8
SO _x	Gg del gas	0,18	2,27	56,27	28,22	0,57	1,08	5,61	0,11	1,64	1,61		97,6
PST	Gg del gas	4,88	0,03	18,99	0,44	0,24	0,20	0,65	0,17	0,34	87,42		113,4
PM ₁₀	Gg del gas	4,67	0,02	17,97	0,31	0,24	0,20	2,16	0,17	0,34	83,46		109,5
PM _{2,5}	Gg del gas	4,55	0,35	17,27	0,17	0,24	0,19	7,80	0,15	0,32	81,52		112,6
BC	Gg del gas	0,358	0,002	4,323	0,004	0,135	0,09	0,54	0,09	0,15	5,70		11,4

Año 2010 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas											232,0	232,0
CO	Gg del gas											2.210,7	2.210,7
COVDM	Gg del gas											179,8	179,8
SO _x	Gg del gas											97,6	97,6
PST	Gg del gas											113,4	113,4
PM ₁₀	Gg del gas											109,5	109,5
PM _{2,5}	Gg del gas											112,6	112,6
BC	Gg del gas											11,4	11,4
												0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 98. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2011

Año 2011 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	3,00	5,90	72,86	13,90	8,96	9,55	106,67	5,99	12,97	36,50		276,3
CO	Gg del gas	22,15	6,78	113,63	1,61	1,15	4,17	1.462,12	0,99	6,02	715,35		2.334,0
COVDM	Gg del gas	3,39	0,91	41,00	0,13	0,44	1,57	43,23	0,33	2,28	91,85		185,1
SO _x	Gg del gas	0,21	3,41	91,39	44,32	0,82	1,11	6,39	0,13	1,61	1,58		151,0
PST	Gg del gas	4,89	0,05	23,59	0,64	0,35	0,27	0,54	0,22	0,36	87,70		118,6
PM ₁₀	Gg del gas	4,68	0,03	22,26	0,44	0,35	0,27	2,46	0,22	0,36	83,72		114,8
PM _{2,5}	Gg del gas	4,56	0,49	21,25	0,21	0,35	0,25	10,06	0,21	0,33	81,77		119,5
BC	Gg del gas	0,366	0,003	5,075	0,005	0,196	0,12	0,52	0,11	0,16	5,72		12,3

Año 2011 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												276,3	276,3
NO _x	Gg del gas											2.334,0	2.334,0
CO	Gg del gas											185,1	185,1
COVDM	Gg del gas											151,0	151,0
SO _x	Gg del gas											118,6	118,6
PST	Gg del gas											114,8	114,8
PM ₁₀	Gg del gas											119,5	119,5
PM _{2,5}	Gg del gas											12,3	12,3
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 99. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2012

Año 2012 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,50	5,19	62,94	16,32	3,65	8,49	93,56	5,14	12,34	37,70		247,8
CO	Gg del gas	22,27	5,58	107,10	2,73	0,47	4,09	1.686,74	0,89	6,14	732,47		2.568,5
COVDM	Gg del gas	3,39	0,76	37,89	0,20	0,18	1,55	42,61	0,30	2,34	93,49		182,7
SO _x	Gg del gas	0,17	3,66	87,35	43,75	0,33	1,12	6,66	0,12	1,67	1,60		146,4
PST	Gg del gas	4,92	0,05	21,72	0,66	0,14	0,23	0,45	0,19	0,33	88,00		116,7
PM ₁₀	Gg del gas	4,70	0,03	20,48	0,46	0,14	0,23	2,55	0,19	0,33	84,01		113,1
PM _{2,5}	Gg del gas	4,58	0,42	19,52	0,23	0,14	0,22	8,91	0,18	0,31	82,06		116,6
BC	Gg del gas	0,359	0,003	4,508	0,005	0,080	0,10	0,48	0,10	0,14	5,74		11,5

Año 2012 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												247,8	247,8
NO _x	Gg del gas											2.568,5	2.568,5
CO	Gg del gas											182,7	182,7
COVDM	Gg del gas											146,4	146,4
SO _x	Gg del gas											116,7	116,7
PST	Gg del gas											113,1	113,1
PM ₁₀	Gg del gas											116,6	116,6
PM _{2,5}	Gg del gas											11,5	11,5
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 100. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2013

Año 2013 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,86	4,92	70,73	19,40	9,97	9,51	91,75	5,40	15,81	34,30		264,7
CO	Gg del gas	22,61	8,14	105,12	4,59	1,28	4,68	1.685,70	0,95	7,54	694,80		2.535,4
COVDM	Gg del gas	3,45	0,98	38,98	0,33	0,49	1,78	49,75	0,33	2,86	89,98		188,9
SO _x	Gg del gas	0,20	3,09	72,19	38,74	0,91	1,32	5,35	0,14	2,04	1,56		125,5
PST	Gg del gas	4,99	0,04	21,62	0,63	0,39	0,25	0,60	0,20	0,43	88,39		117,6
PM ₁₀	Gg del gas	4,77	0,03	20,42	0,46	0,39	0,25	1,83	0,20	0,43	84,38		113,2
PM _{2,5}	Gg del gas	4,65	0,38	19,53	0,26	0,39	0,24	7,90	0,18	0,40	82,41		116,4
BC	Gg del gas	0,370	0,002	4,746	0,006	0,218	0,11	0,48	0,10	0,19	5,76		12,0

Año 2013 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire												264,7	264,7
NO _x	Gg del gas											2.535,4	2.535,4
CO	Gg del gas											188,9	188,9
COVDM	Gg del gas											125,5	125,5
SO _x	Gg del gas											117,6	117,6
PST	Gg del gas											113,2	113,2
PM ₁₀	Gg del gas											116,4	116,4
PM _{2,5}	Gg del gas											12,0	12,0
BC	Gg del gas											0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

Tabla 101. Matriz oferta – utilización de emisiones de calidad del aire, año 2014

Año 2014 - Matriz oferta

		Producción de emisiones al aire por grandes ramas de actividad										Acumulación	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Emisiones generadas por rellenos sanitarios	Total oferta de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas	2,93	5,83	89,48	30,85	15,11	10,07	96,79	5,94	16,50	41,41		314,9
CO	Gg del gas	22,61	8,19	142,22	6,75	1,94	5,25	1.796,84	1,06	7,87	777,41		2.770,1
COVDM	Gg del gas	3,46	1,01	45,87	0,48	0,74	2,01	52,49	0,36	2,99	98,03		207,4
SO _x	Gg del gas	0,21	5,25	124,29	66,97	1,38	1,47	5,66	0,15	2,12	1,66		209,2
PST	Gg del gas	4,99	0,07	28,01	1,07	0,59	0,26	0,62	0,22	0,45	88,80		125,1
PM ₁₀	Gg del gas	4,77	0,05	26,34	0,77	0,59	0,26	1,93	0,22	0,45	84,77		120,1
PM _{2,5}	Gg del gas	4,65	0,43	25,00	0,42	0,59	0,24	8,36	0,20	0,42	82,81		123,1
BC	Gg del gas	0,371	0,003	5,563	0,010	0,330	0,11	0,50	0,11	0,20	5,79		13,0

Año 2014 - Matriz utilización

		Consumo intermedio de Emisiones al aire por grandes ramas de actividad											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera	Suministro de electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	Actividades de servicios sociales, comunales y personales	Hogares	Flujos al medio ambiente	Total utilización de emisiones
Gases calidad del aire													
NO _x	Gg del gas											314,9	314,9
CO	Gg del gas											2.770,1	2.770,1
COVDM	Gg del gas											207,4	207,4
SO _x	Gg del gas											209,2	209,2
PST	Gg del gas											125,1	125,1
PM ₁₀	Gg del gas											120,1	120,1
PM _{2,5}	Gg del gas											123,1	123,1
BC	Gg del gas											13,0	13,0
												0,0	0,0

Fuente. Calculado y consolidado por el autor

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES

CITEPA	The Interprofessional Technical Centre for Studies on Air Pollution
CORINE	Co-ordination d'Information Environnementale
CORINAIR	Inventory of emissions of air pollutants in Europe
CO	Monóxido de carbono
CH₄	Metano
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes del Metano
CAE-aire	Cuenta Ambiental de Emisiones al Aire
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y del Caribe
CEPE	Comisión Económica para Europa
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas
CFR	Common Reporting Format
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CPC	Clasificación Central de Productos
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EUROSTAT	Oficina Estadística de la Unión Europea (por sus siglas en inglés)
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EEA	European Environment Agency
FE	Factor de emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IMB	Ingreso Mixto Bruto
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
LRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
Mg	1 Millón de gramos. Megagramos. 1 tonelada métrica
NO_x	Óxido nitroso
NACE	European Classification of Economic Activities
NFR	Nomenclature for Reporting
NOSE	Nomenclature for Sources of Emissions
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PFC	Perfluorocarbonos

PIB	Producto Interno Bruto
PM₁₀	Material Particulado menor a 10 micras
PM_{2,5}	Material Particulado menor a 2,5 micras
PST	Partículas Suspendidas Totales
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental Económica
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SO_x	Óxidos de azufre
TFEIP	Task Force on Emission Inventories and Projections
UNCEEA	United Nations Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
WAVES	Contabilidad de la Riqueza y Valoración de los Servicios Ecosistémicos