



Ministerio
de Ambiente



COALICIÓN
CLIMA Y
AIRE LIMPIO
PARA REDUCIR
CONTAMINANTES
DE VIDA CORTA



Cuantificación de emisiones de carbono negro y material particulado total en Uruguay

Años 2015, 2016 y 2017

Febrero, 2022

Coordinación

Ministerio de Ambiente

Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental

Dirección Nacional de Cambio Climático

Redacción

Ministerio de Ambiente

Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental

Dirección Nacional de Cambio Climático

Colaboración

Ministerio de Industria, Energía y Minería

Dirección Nacional de Energía

Instituciones proveedoras de datos

Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático

Grupo de Trabajo de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (MA, MIEM, MGAP)

Apoyo técnico

Coalición Clima y Aire Limpio

Stockholm Environment Institute

Equipo técnico involucrado en el proceso

Guadalupe Martínez - MA

Pablo Fernández – MA

Cecilia Penengo - MA

Alejandra Reyes - MIEM

Guillermo Ferrer - MIEM

Rafael Lavagna - MIEM

Larisa Machado - ANCAP

Felipe García - MGAP

Nicolás Costa - MGAP

María Estela Baccino - MGAP

Contenido

1.	Resumen	1
2.	Introducción	2
2.1	Antecedentes generales	2
2.2	Antecedentes en la estimación de contaminantes	3
2.2.1	Inventarios de contaminantes atmosféricos y contaminantes climáticos de vida corta en Uruguay	3
2.2.2	Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	4
2.3	Contexto nacional	6
2.3.1	Características demográficas y de desarrollo.....	6
2.3.2	Características climáticas	7
2.3.3	Política Nacional de Cambio Climático	7
2.3.4	Gestión de la calidad del aire	7
2.4	Arreglos institucionales, legales y procedimentales	11
2.5	Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación	13
2.5.1	Preparación del inventario: gestión, procesamiento y archivo de la información	14
2.5.2	Evaluación general de la incertidumbre.....	18
2.5.3	Evaluación general de la exhaustividad	19
3.	Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizada.....	20
3.1	Sector Demanda.....	20
3.2	Sector Transformación.....	23
3.3	Sector No energético	24
3.3.1	Emisiones de Procesos industriales y uso de productos.....	24
3.3.2	Agricultura	25
3.3.3	UTCUTS	25
3.3.4	Residuos.....	25
3.4	Variables explicativas.....	25
4.	Emisiones nacionales de TSP y BC	27
4.1	Resultados globales y circunstancias nacionales.....	27
4.2	Inventario de emisiones por sustancia	33
4.2.1	BC.....	33
4.2.2	TSP	39
5.	Comparación con inventarios previos	46
6.	Verificación del modelado del Área LEAP	48
7.	Escenarios y proyecciones	49

7.1	Construcción de escenarios	49
7.1.1	Variables explicativas	49
7.1.2	Escenarios socioeconómicos	50
7.1.3	Escenario tendencial.....	50
7.1.4	Escenarios CDN y prospectiva	50
8.	Plan de mejoramiento del inventario.....	58
	Glosario.....	60
	Referencias	62
	Anexo A: DA y FE para inventario.....	65
	Anexo B: <i>Driver</i> población, hogares, PIB y VAB a 2035	80

1. Resumen

La creciente importancia de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) torna esencial la cuantificación de los mismos a nivel nacional. Particularmente en Uruguay, la cuantificación del carbono negro (BC) comenzó en 2018 con el inventario de BC con año base 2010. Por otra parte, otros CCVC directos como el metano (CH₄) y los Hidrofluorocarbonos (HFC) y CCVC indirectos como óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂) son sistemáticamente cuantificados a través de los INGEI que se elaboran en el marco de los compromisos del Uruguay ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

En el presente inventario se reportan las emisiones estimadas de BC y material particulado total (TSP) para los años 2015, 2016 y 2017.

Además se detallan las emisiones estimadas y evitadas para la proyección de varios escenarios de mitigación de emisiones incluidos en la primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN) de Uruguay para gases de efecto invernadero (GEI) directos, evaluando los efectos de las medidas en las emisiones de BC y comparando las mismas con un escenario tendencial.

2. Introducción

En el marco de trabajo con la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), Uruguay se encuentra trabajando en la estimación de las emisiones de BC y la gestión de los CCVC.

En continuación con el inventario de carbono negro con año base en 2010, el presente inventario reúne las estimaciones de las emisiones atmosféricas nacionales para los años 2015, 2016 y 2017 de BC y TSP.

Para la obtención de estas estimaciones se utilizó el programa Low Emission Analysis Platform (LEAP, versión 2020.1.0.20) desarrollado por el Stockholm Environment Institute (SEI) en el que se aplicó la metodología de cálculo basada en el uso de factores de emisión (FE), que se detalla más adelante en el documento. La utilización de este programa bajo licencia se enmarca en la iniciativa *Strengthening National Action and Planning* (SNAP) de la CCAC, coalición de la que Uruguay forma parte desde 2014.

2.1 Antecedentes generales

La atmósfera consiste en una delgada capa de gases mezclados que cubren la superficie de la Tierra, haciéndola habitable. A su vez, la atmósfera puede dividirse en subcapas, siendo la tropósfera la que se encuentra en contacto con la superficie terrestre. En ella se encuentra confinado el aire que respiramos, constituido por nitrógeno (N₂) en un 78%, oxígeno (O₂) en un 21% y otros gases en porcentajes menores a 1% (Manahan S. 2007).

Las condiciones en las que se encuentra el aire se denomina “calidad del aire” en relación con la concentración de algunos contaminantes tomados como “criterio” para esta evaluación. Estos se conocen como contaminantes atmosféricos, mientras que existen otros, conocidos como contaminantes CCVC que cuentan con potencial para generar forzamiento radiativo y aportar al calentamiento global, incidiendo en última instancia sobre el cambio climático. En ambos casos llegan a la atmósfera a partir de emisiones que se dan en la superficie de la Tierra o se generan en procesos que ocurren en la propia atmósfera.

Los CCVC son un conjunto de especies que está integrado principalmente por aquellos compuestos que permanecen desde algunos días hasta algunos años en la atmósfera. Este conjunto comprende al metano (CH₄), que es también un gas de efecto invernadero homogéneamente mezclado; el BC; el ozono (O₃); y algunas sustancias halogenadas como los compuestos hidrofluorocarbonados (HFC).

Su impacto sobre el clima se da predominantemente en los primeros 10 años después de su emisión, aunque sus cambios aún pueden provocar efectos climáticos a largo plazo, por ejemplo con alteraciones del nivel del mar. No se acumulan en la atmósfera a escalas decenales a centenarias.

Además los CCVC degradan la calidad del aire y tienen impactos graves en la seguridad alimentaria y la salud de las poblaciones más vulnerables del mundo.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2018), los CCVC son responsables de más del 30% del calentamiento global. Estudios más recientes estiman que su contribución puede llegar al 45%.

El control efectivo de los CCVC podría generar un avance significativo en la lucha a corto plazo contra el cambio climático, ganando tiempo para implementar soluciones de largo plazo y aportando al cumplimiento de los objetivos establecidos en el Acuerdo de París.

Por otra parte encontramos a los contaminantes atmosféricos. Aquellos normalmente medidos en la atmósfera urbana provienen de fuentes móviles (transporte) y de fuentes fijas de combustión (industrias, usos residenciales principalmente para calefacción y cocción y procesos de eliminación de residuos por medio de quemas a cielo abierto).

Dentro del conjunto de los contaminantes atmosféricos se distingue entre primarios y secundarios. Los primarios son los que proceden directamente de la fuente de emisión mientras que los secundarios se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y físicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la atmósfera. Como ejemplos de estos procesos, se distingue la contaminación fotoquímica y la acidificación del medio.

El material particulado en suspensión en la atmósfera consiste en una dispersión en aire de materia en estado sólido o líquido con rangos de diámetros aerodinámicos equivalentes (tamaño) de $0,005 \mu\text{m}$ a $100 \mu\text{m}$. De acuerdo a ello, se consideran como TSP todas aquellas partículas de diámetro menor que $100 \mu\text{m}$ (Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de Facultad de Ingeniería (IMFIA-FING) 2019). En términos generales, la fracción mayor a los $20 \mu\text{m}$ posee velocidades de asentamiento significativas, por lo que son arrastradas por el aire por tiempos relativamente cortos. Dentro de esta fracción de material particulado se pueden encontrar polvos de cenizas, calizas, minerales y fertilizantes, además de llovizna (Wark K. 1999).

Dentro del TSP se pueden encontrar otras fracciones de material particulado, como es el caso del material particulado menor a $10 \mu\text{m}$ (PM10) y el material particulado menor a $2.5 \mu\text{m}$ (PM2.5). La diferencia principal que presenta el PM10 respecto al TSP es que esta fracción más fina puede moverse en la atmósfera con menores velocidades de asentamiento. Ejemplos de este material son polen, polvo, aerosoles y humos (Wark K. 1999, De Nevers N. 1995). Pueden ser químicamente inertes o activas, pudiendo depositarse en la vegetación donde pueden permanecer sobre su superficie o ser absorbidas. De esta manera, puede interferir en el proceso de fotosíntesis y causar daños en plantas o en animales que las ingieren (Wark K. 1999).

Por su parte, el BC se caracteriza por ser de composición carbonácea y por su capacidad de conformar agregados pseudo esféricos de entre 10 nm y 50 nm de diámetro (entre $0,01$ y $0,05 \mu\text{m}$), además de su ya mencionada capacidad de absorción en el rango visible (Resquin *et al.* 2018). Habitualmente se estima como una fracción del TSP o del PM2.5.

2.2 Antecedentes en la estimación de contaminantes

2.2.1 Inventarios de contaminantes atmosféricos y contaminantes climáticos de vida corta en Uruguay

En el año 2010 el ex Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la FING de la UdelaR establecieron un convenio de trabajo para la elaboración del primer Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas con base en el año 2006. Su propósito principal fue establecer una línea de base cuantitativa con la que hasta el momento no se contaba. A partir de este documento se logró conocer y

jerarquizar los principales contaminantes, áreas con mayor concentración de cada contaminante y actividades emisoras con mayor incidencia.

Las sustancias cuantificadas en este inventario fueron: CO, SO₂, NO_x, PST, PM₁₀ y compuestos orgánicos volátiles (COV). La metodología utilizada para la estimación de las emisiones estuvo basada en el uso de FE, tomando como referencia para fuentes fijas el documento AP-42 de la *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). Para fuentes móviles fue necesario recurrir a los factores de emisión del Core Inventory Air Emissions (CORINAIR) que se aplica en la Unión Europea. En este Inventario fueron relevados los siguientes sectores de actividad: Agropecuario, Industrial, Residencial, Servicios y Comercios y Vehicular.

Durante el año 2018 nuevamente la FING en convenio con el ex MVOTMA, realizó el inventario 2015 utilizando la misma metodología, abarcando las mismas sustancias y sectores de actividad del inventario 2006¹.

Por otra parte, Uruguay, con el apoyo de la iniciativa SNAP de la CCAC durante el año 2018, desarrolló su primer inventario de BC a nivel nacional con base en el año 2010, que destaca los principales sectores y combustibles asociados a las emisiones de este contaminante en el país². La metodología utilizada para este inventario también se basó en factores de emisión de las Guías del Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación de Contaminantes Atmosféricos de la Agencia Ambiental Europea (EMEP/EEA) 2016 nivel 1, salvo algunas excepciones en las que se utilizaron factores de emisión nivel 2 o de literatura revisada por la comunidad científica.

2.2.2 Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

El Ministerio de Ambiente (MA, ex MVOTMA) es la autoridad nacional competente para la instrumentación y aplicación de la CMNUCC y, por lo tanto, es responsable de la elaboración y presentación del INGEI.

El primer INGEI elaborado fue el del año 1990. Se utilizaron las Directrices del IPCC del año 1995, tanto para la elaboración de tablas de cálculo como para la expresión de los resultados.

Estas directrices proporcionan una metodología útil para la estimación de las emisiones de los siguientes GEI (directos e indirectos): anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM).

En el período mayo - julio 1996 se organizó y operó el Sistema de gestión de información para el INGEI 1990. El desarrollo de la tarea de recolección de datos e informaciones comprendió a instituciones, organizaciones y empresas públicas y privadas relacionadas con los sectores de la actividad nacional considerados: Energía, Procesos Industriales, Agropecuario, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura y Desechos.

¹ Inventario de Emisiones Atmosféricas 2015 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/inventario-emisiones-atmosfericas-2015>)

² Estudio preliminar para la cuantificación de Black Carbon en Uruguay (Año base 2010). Diciembre 2018 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/estudio-preliminar-para-cuantificacion-black-carbon-uruguay-ano-base>).

El INGEI 1990 fue informado en la Comunicación Nacional Inicial que el país presentó en la Tercera Conferencia de las Partes (COP) en 1997.

Uruguay fue el primer país en desarrollo en presentar su segundo INGEI. Basándose en la experiencia adquirida y pasada la etapa de actualización de conocimientos requerida para el empleo de la metodología IPCC revisada en 1996, se elaboró el INGEI 1994, se recalculó el INGEI 1990 (empleando dicha metodología revisada) y se realizó un Estudio comparativo de las emisiones netas de Uruguay de los años 1990 y 1994.

En mayo de 2001 se publicó el INGEI 1998, y en 2004 el INGEI 2000, contenido en la Segunda Comunicación Nacional del Uruguay a la 10ª COP.

El INGEI 2004 presentó una estimación de las emisiones netas de los principales GEI para el año 2004 y un estudio comparativo de la evolución de emisiones para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004 y está contenido en la Tercera Comunicación Nacional del Uruguay a la 16ª COP, publicada en 2010.

A partir de ese momento se introdujeron mejoras sustanciales en cuanto a datos de actividad, metodologías y factores de emisión. Los resultados obtenidos para el INGEI 2010 y la evolución de emisiones para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008 y 2010 fueron presentadas en el Reporte Bienal de Actualización (BUR) en 2015.

La Cuarta Comunicación Nacional del Uruguay a la COP, continuó la línea de trabajo con la incorporación de mejoras presentando el INGEI 2012 y la evolución de emisiones en la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012. En esta oportunidad se realizó la migración de la estimación de emisiones de la categoría Disposición de Residuos Sólidos del Sector Desechos, a la metodología propuesta en las Directrices del IPCC de 2006.

El INGEI 2014, contenido en el Segundo BUR, fue elaborado en su totalidad siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los INGEI, abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de CO₂ y las emisiones de CH₄, N₂O, HFCs, perfluorocarbonos (PFC, no ocurre) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Incluye también la estimación de emisiones de los gases: CO, COVDM, NO_x y SO₂. Dado que las Directrices del IPCC del 2006 no proponen una metodología de estimación para estos gases se utilizaron las Directrices del IPCC revisadas de 1996 y las Directrices EMEP/EEA (2016).

El cambio más significativo del INGEI 2014 se produce a nivel de la estructura de sectores. Siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006, se consolida el abordaje del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF) y el Sector Agricultura en un solo denominado Agricultura, Forestación y Uso del Suelo (AFOLU). También se unifican los Sectores de Procesos Industriales con el Sector Utilización de Disolventes y Uso de Otros Productos en el Sector denominado Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU).

A partir del INGEI 2014, se utiliza el Software de Inventario del IPCC versión 2.54 para la estimación de emisiones de los GEI directos de los sectores. De esta forma se ha generado, una base de datos conteniendo toda la información, datos de actividad y factores de emisión para todos los sectores del inventario.

En la Quinta Comunicación Nacional a la COP se presentó el INGEI 2016 y la evolución de emisiones de la serie 1990 – 2016. En el mismo se continuó con las mejoras en recolección de datos de actividad y factores de emisión.

El INGEI 2017 fue presentado en el Tercer BUR. En el mismo se llevaron a cabo importantes cambios en las metodologías de estimación de emisiones y remociones; siendo el más destacable la mejora en la exhaustividad de la estimación de emisiones de sector AFOLU.

2.3 Contexto nacional

2.3.1 Características demográficas y de desarrollo

Uruguay es un país relativamente pequeño en superficie, con una economía abierta basada fuertemente en la producción agroindustrial y los servicios, incluido el turismo (Figura 1).



Figura 1: Principales características del Uruguay.

En relación a las características de su población, se tiene que la esperanza de vida al nacer (2019) es de 80,98 años en el caso de las mujeres y de 74,36 años en los hombres, lo que a nivel general da una esperanza de vida al nacer de 77,86 años (Instituto Nacional de Estadística (INE) 2020).

Los valores actualizados a 2019 marcan una variación mínima en la composición de la población por sexo. Estos valores son: mujeres 51,5% y hombres 48,5%. A su vez, el crecimiento anual de la población (2019) es de 3,51 0/00 (INE 2020).

El Producto Interno Bruto (PIB) de Uruguay creció 1,6% en 2018 respecto a 2017 (Informe de Cuentas Nacionales del Banco Central del Uruguay (BCU)). Esto confirma el decimosexto año de expansión de la economía del país y establece que este fue el período de crecimiento económico más largo de la historia, en el que se alcanzó el PIB per cápita más alto de América Latina. También se destaca el desempeño positivo en los sectores de transporte, almacenamiento y comunicaciones.

Es posible establecer algunas relaciones entre las emisiones de GEI y los indicadores de desarrollo económico. Las emisiones netas de GEI tuvieron un aumento del 8,5% entre

1990 y 2017 (medidos en GWP100 AR2) mientras que el tamaño de la economía se multiplicó más de dos veces (considerando pesos constantes de 2005) en igual período. Esto implica la reducción del 51,7% de la intensidad de emisiones de GEI en relación al PIB.

2.3.2 Características climáticas

En relación a las características climáticas del Uruguay, se conoce que el campo de temperaturas medias anuales sobre Uruguay tiene una orientación general de suroeste a noreste, donde las temperaturas medias para todo el Uruguay son de 17.5°C, con una isoterma (línea de igual temperatura) media máxima de 19.0°C sobre Artigas y una media mínima de 16.0°C sobre la costa atlántica en Rocha.

Las precipitaciones en Uruguay son generalmente líquidas y excepcionalmente sólidas (granizo o nieve). Son medidas en 300 estaciones pluviométricas de la Red Pluviométrica Nacional y son acumuladas en forma diaria. Los valores de precipitación presentan un gradiente en dirección sureste-noreste, con valores anuales del entorno de 1100 mm en la región sur llegando al entorno de los 1500 mm en la región norte.

La presión atmosférica tiene una suave variación a lo largo del país, con valores promedios de 1015,5 hPa. Las isobaras (líneas de igual presión) crecen de oeste a este. La presión media sobre Uruguay oscila entre 1016,5 hPa en Treinta y Tres y Cerro Largo y 1014,5 hPa en el litoral oeste.

Por su parte, el régimen de vientos muestra un marcado predominio del sector noreste al este, con velocidades del orden de 4 m/s, con un máximo medio sobre la costa suroeste de 7 m/s. Son relativamente frecuentes los vientos superiores a 30 m/s.

Finalmente, la insolación acumulada mensual es obtenida a través del acumulado de totales diarios. La insolación acumulada media para todo el Uruguay es 2500 horas, con un máximo de 2600 horas en Salto y un mínimo de 2300 horas en la costa oceánica.

2.3.3 Política Nacional de Cambio Climático

En relación a la política del país respecto al cambio climático, Uruguay presenta avances a través del Panel Nacional de Cambio Climático (PNCC), con un horizonte 2050, que fue elaborada durante el año 2016 en el marco del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC). A su vez, fue considerada por el Gabinete Nacional Ambiental (GNA) y fue aprobada por Decreto del Poder Ejecutivo número 310 de noviembre de 2017, lo cual representó un esfuerzo respecto al abordaje de la temática, con una mirada prospectiva buscando integrar la problemática del cambio climático en las políticas públicas, principalmente en las relativas al desarrollo sostenible.

2.3.4 Gestión de la calidad del aire

Para la gestión y evaluación de la calidad del aire Uruguay cuenta con un Decreto reglamentario de la calidad del aire que contempla objetivos de calidad del aire, estándares de emisión de fuentes fijas y de fuentes móviles³. Los objetivos de la calidad del aire establecen valores de referencia de los contaminantes tomados como criterio

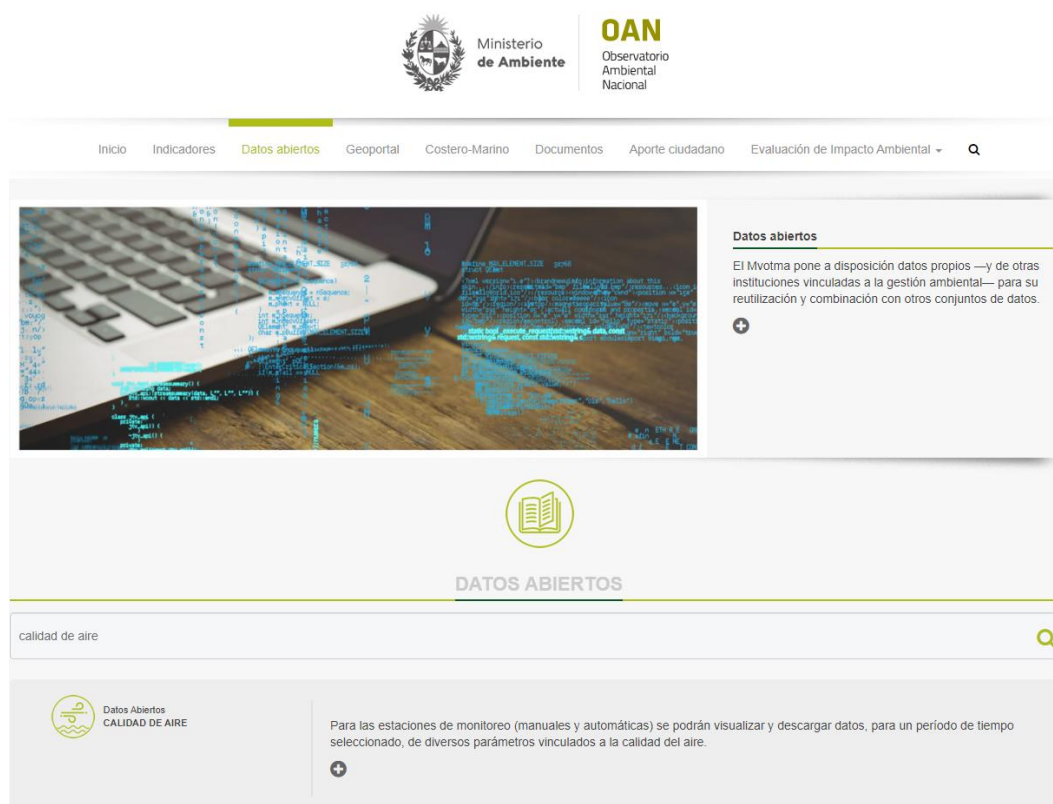
³ Decreto 135/021: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/institucional/normativa/decreto-ley-135021-reglamento-calidad-del-aire>

para su evaluación (“contaminantes criterio”), basados en guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la US EPA y la EEA.

El monitoreo de contaminantes criterio se realiza en distintos sitios del país. Para ello, el MA trabaja a nivel nacional tanto con capacidades propias como en coordinación con instituciones o gobiernos locales y también existen desarrollos de redes de monitoreo por parte de gobiernos departamentales, como es el caso de Montevideo.

Los programas de monitoreo se desarrollan para el estudio de casos considerados de interés, en sitios en los que por las actividades desarrolladas y eventuales impactos asociados puedan resultar de importancia o atendiendo situaciones de riesgo que puedan presentarse. Estos trabajos son de relevancia ya que los contaminantes atmosféricos pueden provocar impactos sobre la salud de personas y ecosistemas expuestos, de presentarse en elevadas concentraciones o por períodos de tiempo prolongados.

Los resultados de monitoreo de la calidad del aire de estos programas son disponibilizados en el Observatorio Ambiental Nacional (OAN)⁴. En este sitio, que nuclea los datos de monitoreo ambiental para disponer al público, se puede observar la evolución de los distintos parámetros para distintas estaciones en las que se tenga implementado monitoreo. Un ejemplo de ello se observa en Figura 2.



⁴<https://www.ambiente.gub.uy/oan/>

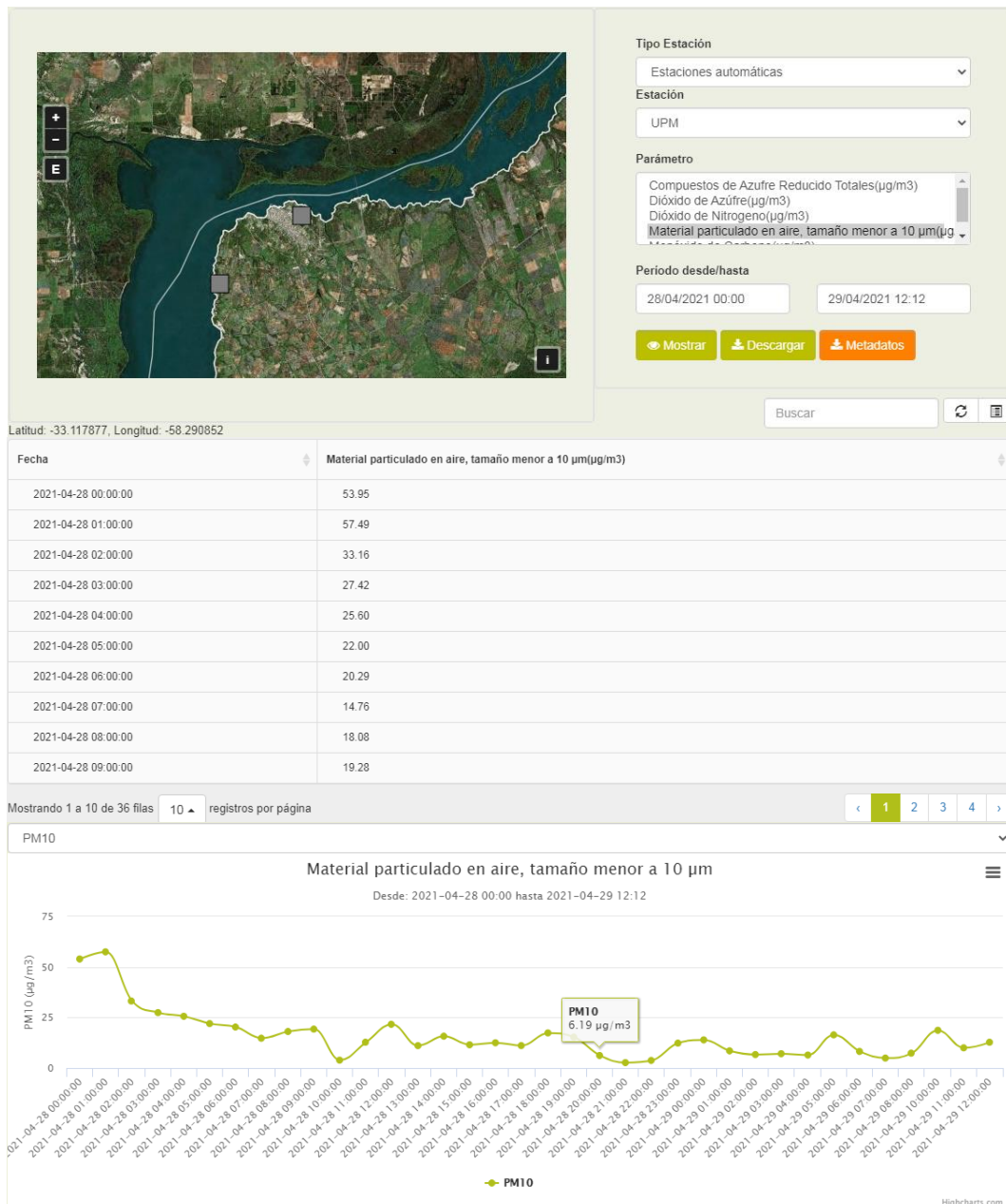
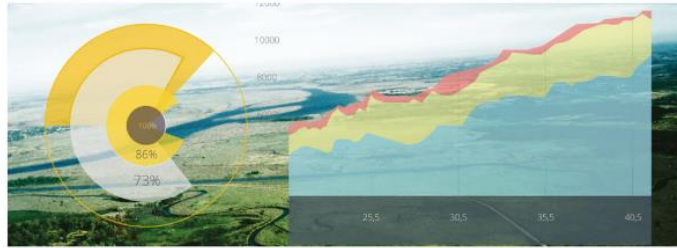


Figura 2: Observatorio Ambiental Nacional – Datos abiertos.

Los resultados de los monitoreos realizados en Uruguay son generalmente aceptables respecto a los correspondientes valores objetivos, aunque esta tendencia puede modificarse considerando que dicho Decreto prevé la actualización de los valores de referencia de algunos parámetros a objetivos más exigentes.

También existen indicadores asociados a la calidad del aire, los que también pueden verse en el OAN en su correspondiente sección. Se muestran en Figura 3 la portada y un ejemplo de esta sección.



Indicadores

Para conocer el estado del ambiente y su gestión ponemos a disposición un conjunto de indicadores ambientales que se evalúan y actualizan año a año.



INDICADORES

PM10



MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRÓMETROS (PM10)

Mostrar el estado y la evolución de la concentración promedio anual de Material Particulado menor a 10 micrómetros (PM10).



Inicio

Inicio Herramientas Ayuda



Indicadores Ambientales

Fichas > [Material particulado menor a 10 micrómetros \(PM10\)](#)

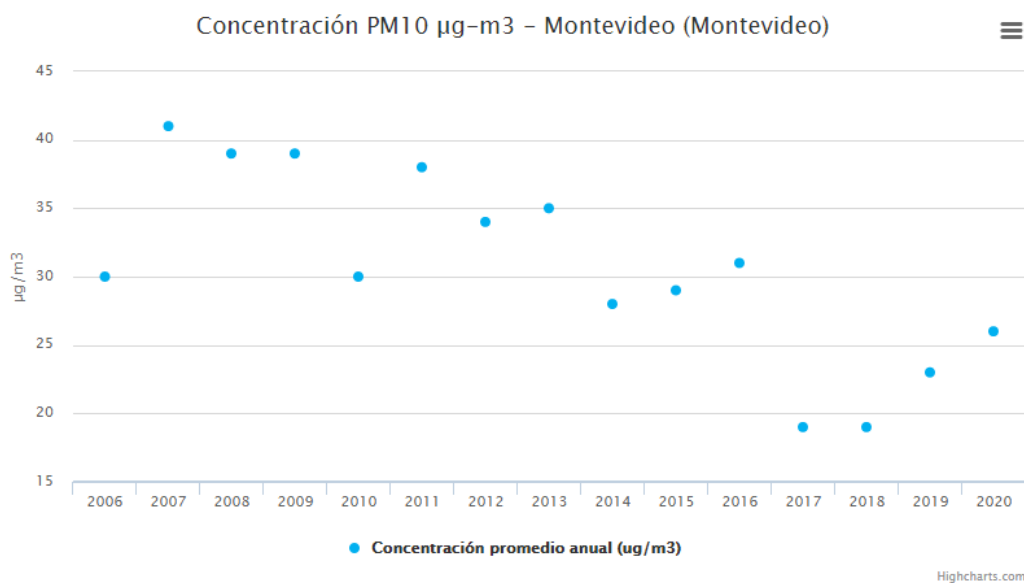
Aire

Material particulado menor a 10 micrómetros (PM10)

Resultados

Gráficas

Mostrar gráfica Concentración PM10 µg-m3 - Montevideo (Montevideo)



Rreferencia Eje Y: k: miles, M: millones

Tablas

Mostrar tabla Concentración PM10 µg-m3 - Montevideo (Montevideo)

Concentración PM10 µg-m3 - Montevideo (Montevideo)

Datos abiertos: [Excel](#) [PDF](#)

Mostrar 10 registros

Buscar:

Año	Concentración promedio anual (ug/m3)
2006	30
2007	41
2008	39
2009	39
2010	30
2011	38
2012	34
2013	35
2014	28
2015	29

Figura 3: Observatorio Ambiental Nacional – Indicadores.

2.4 Arreglos institucionales, legales y procedimentales

Los arreglos institucionales incluyen la conformación de los equipos de trabajo y la interacción entre las organizaciones involucradas en la elaboración del inventario.

El ex MVOTMA, creado en 1990, fue el punto focal ante la CMNUCC hasta el año 2020. En ese año, fue creado el MA por el Artículo 291 de la Ley Nº 19.889 del 9 de julio de 2020 como Secretaría de Estado. Sus competencias exclusivamente en materias ambientales surgen a partir de las competencias previas asignadas al anterior MVOTMA.

El actual MA es la institución que vela por una adecuada protección del ambiente propiciando el desarrollo sostenible. Ello se logra a través de la generación y aplicación de instrumentos orientados a una mejora de la calidad de vida de la población, la conservación y el uso ambientalmente responsable de los ecosistemas, la coordinación de la gestión ambiental de las entidades públicas y articulando con los distintos actores sociales, entre otras.

La Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA) forma parte del nuevo MA. Dentro de sus competencias relativas a la contaminación atmosférica se encuentra el seguimiento y ejecución de los compromisos frente a la CCAC para atender la gestión de los CCVC.

La Dirección Nacional de Cambio Climático (DINACC) también forma parte del nuevo MA. Su función principal es la de cumplir con las obligaciones y compromisos asumidos por Uruguay en relación al cambio climático y protección de la capa de ozono (Protocolo de Montreal), inherentes a la CMNUCC y al Acuerdo de París. Además de ello, lidera el funcionamiento del SNRCC y la implementación de la PNCC.

La CCAC se lanzó en febrero de 2012 en el marco del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente). Esta Coalición es una asociación de gobiernos, organizaciones intergubernamentales y representantes del sector privado, la comunidad ambiental y otros miembros de la sociedad civil, que están comprometidos a acelerar e incentivar la acción para mitigar los CCVC. Uruguay forma parte de esta organización desde 2014, teniendo como punto focal a la autoridad ambiental del MA y participando en iniciativas asociadas al uso de energía a nivel residencial, transporte, agricultura y fortalecimiento de capacidades nacionales (SNAP por su sigla en inglés).

Su iniciativa SNAP, establecida en 2013, brinda asistencia técnica y financiera a los miembros para resolver los múltiples desafíos involucrados en la ampliación de la acción sobre CCVC a escala nacional, como la falta de datos, capacidad de coordinación y conciencia política y estratégica.

Uruguay actualmente recibe asistencia de la iniciativa SNAP en dos temas particulares: en la integración de acciones sobre CCVC en políticas, estrategias y programas en Uruguay a través de fondos para la contratación de consultorías que trabajen en su desarrollo e implementación y como apoyo técnico para el desarrollo de inventarios de CCVC utilizando software desarrollado por el SEI, organización socia de la Coalición.

El derrotero de Uruguay en los inventarios de CCVC comenzó con el Inventario de BC con año base 2010, mencionado previamente en este documento, y continúa con el presente inventario.

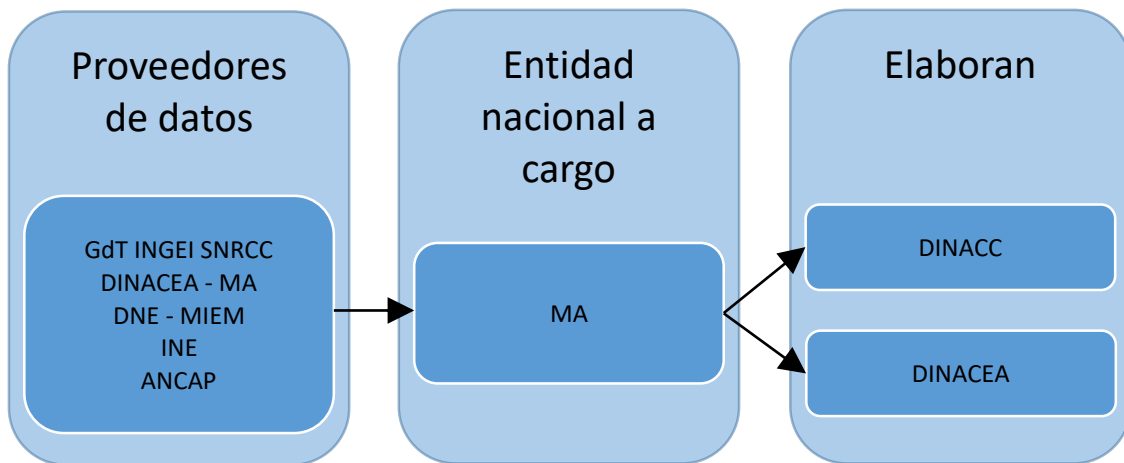


Figura 4: Estructura de arreglos institucionales para el presente inventario.

El grupo de trabajo para la estimación de las emisiones y la elaboración del inventario actual se encuentra conformado por técnicos de la DINACEA y de la DINACC, ambas pertenecientes al MA. Como pilar para la obtención de los datos de actividad necesarios para la estimación de emisiones, se trabaja con el Grupo de trabajo de Inventarios Nacionales de GEI (GdT INGEI) del SNRCC.

El GdT INGEI en el marco del SNRCC fue formalizado a través del Decreto 181/020 del 24 de junio de 2020. Este grupo de trabajo opera el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI) de Uruguay y coordina la realización de los mismos, previstos por la CMNUCC. El GdT INGEI, que viene cumpliendo en forma permanente con los compromisos asumidos ante la CMNUCC, está integrado por un representante del MA, quien lo preside, un representante del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) y un representante del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP). La coordinación general del grupo así como la compilación y presentación de los inventarios en tiempo y forma la realiza la DINACC del MA. El GdT INGEI fue uno de los principales proveedores de datos, proporcionando todos los DA utilizados en el INGEI 1990-2017.

En este marco se realizó además una colaboración con el Departamento de Planificación Estadística y Balance de la Dirección Nacional de Energía (DNE) del MIEM, quienes suministraron la información de los sectores Demanda y Transformación de Energía del archivo LEAP utilizado para la realización del presente inventario.

Adicionalmente, se utilizaron otras fuentes de información proporcionada por el área de Control y Desempeño Ambiental y el área de Evaluación de Impacto Ambiental de la DINACEA (MA), INE y la Administración Nacional de Cemento, Alcohol y Portland (ANCAP).

2.5 Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación

La garantía y control de la calidad y verificación es una parte esencial del sistema para la mantención e incremento de la calidad de los inventarios y para la transparencia de la información que contienen.

Para este trabajo, se realizaron controles genéricos de calidad relativos a cálculos, procesamiento de datos, exhaustividad y documentación del inventario. Esto se

implementó en base a una lista de verificación de actividades de acuerdo a lo propuesto en los templates EPA para la elaboración de Sistemas Nacionales de Inventario de GEI.

Adicionalmente, se comparó el resultado global de emisiones de TSP obtenido con el resultado del inventario de contaminantes atmosféricos del 2015 elaborado por la FING de la UdelaR.

Por otra parte y con el objetivo de controlar los datos de actividad (DA) del archivo LEAP generado (en adelante Área), se estimaron en LEAP los GEI directos (CO₂, CH₄ y N₂O) para comparar sus resultados de emisiones estimadas con los resultados publicados en el INGEI 2017.

2.5.1 Preparación del inventario: gestión, procesamiento y archivo de la información

El proceso de preparación y actualización del inventario implica el uso de numerosos conjuntos de datos, herramientas, documentos, referencias, así como la aplicación de una variedad de supuestos, juicios de expertos y conversiones de datos.

Los DA constituyen uno de los pilares fundamentales de los inventarios de emisiones. Esta información proviene de estadísticas nacionales desarrolladas y publicadas por instituciones del Estado, así como de las empresas públicas o privadas que integran los distintos sectores del documento.

La recolección de los DA fue gestionada principalmente a través de GdT INGEI del SNRCC. Para el sector Demanda y Transformación energética, equivalente al sector Energía del INGEI, la información fue transferida precargada en un archivo del software LEAP. Este archivo fue elaborado por la DNE con información propia del Balance Energético Nacional (BEN), encuestas (por ejemplo la encuesta de usos, consumos y rendimientos en el sector transporte), estudios (como el Informe de prospectiva energética 2018) y estimaciones realizadas por la propia institución, la Encuesta Continua de Hogares (ECH) del INE, Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares (SUCIVE) y Según Obligatorio Automotor (SOA), entre otros.

La información para las categorías asociadas a Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) del INGEI fue obtenida de las bases de datos del INGEI 1990-2017, provista por el GdT INGEI, al igual que la información de los sectores Desechos y AFOLU del INGEI.

Se presenta en la Tabla 1 la homologación de categorías entre el INGEI y el presente inventario, lo que permite comprender mejor el origen de los DA utilizados en el Área LEAP.

Tabla 1: Homologación de sectores, categorías y tipos del actual inventario de acuerdo al INGEI Uruguay.

Sector/Categoría/Actividad LEAP	Sector INGEI	Categoría INGEI
Demanda	Energía	1A2 Industrias Manufactureras y de la Construcción 1A3 Transporte 1A4 Otros Sectores 1A1 Industria de la energía (consumo propio)
Transformación	Energía	1A1 Industrias de la Energía (excluyendo consumo propio)
No Energético	IPPU/AFOLU/Desechos	Todos
Procesos Industriales y uso de productos	IPPU	Todos
Minerales	IPPU	2A Industria mineral
Metales	IPPU	2C Industria de los metales
Pulpa y Papel	IPPU	2H1 Industria de la pulpa y el papel
Partículas de animales estabulados	No aplica*	No aplica
Quema de residuos agrícolas	AFOLU	3.C.1.b Quema de biomasa en Tierras de Cultivo
Residuos	Desechos	No aplica
Incineración de residuos	Desechos	4.C.1 Incineración de desechos

*Incluido dentro de AFOLU

Las características principales de los DA y otros conjuntos de datos utilizados en este trabajo se especifican en la Tabla 2.

Tabla 2: Descripción de los conjuntos de DA.

Conjunto de datos	Descripción	Categoría IPCC	Proveedor
Demanda – Energía	Conjunto de datos provistos en Área LEAP por DNE en base a BEN y otras fuentes	Energía	DNE – GdT INGEI
Abatimientos	Porcentaje de reducción de emisiones*	Energía	DINACEA
Demanda – Transformación	Conjunto de datos provistos en Área LEAP por DNE en base a BEN y otras fuentes	Energía	DNE – GdT INGEI
Procesos Industriales y uso de productos	DA INGEI 1990 – 2017	IPPU	DINACC – GdT INGEI
Número de animales estabulados	DA INGEI 1990 – 2017	AFOLU	MGAP – GdT INGEI
Quema de residuos agrícolas	DA INGEI 1990 – 2017	AFOLU	MGAP-GdT INGEI
Quema de pastizales	DA INGEI 1990 – 2017	AFOLU	MGAP-GdT INGEI
Quema de residuos industriales	DA INGEI 1990 – 2017	Desechos	DINACC – GdT INGEI
Solventes	DA INGEI 1990 – 2017	IPPU	DINACC – GdT INGEI

*Únicamente para las industrias de pulpa de celulosa y papel.

Recolectando esta información de los actores mencionados, fue posible construir un Área en el software LEAP, que permitió la estimación de las emisiones para la construcción del presente inventario. Además, fue posible ensayar escenarios de mitigación de emisiones, los que se describen más adelante en este reporte. Un resumen de este esquema de trabajo puede verse en Figura 5.

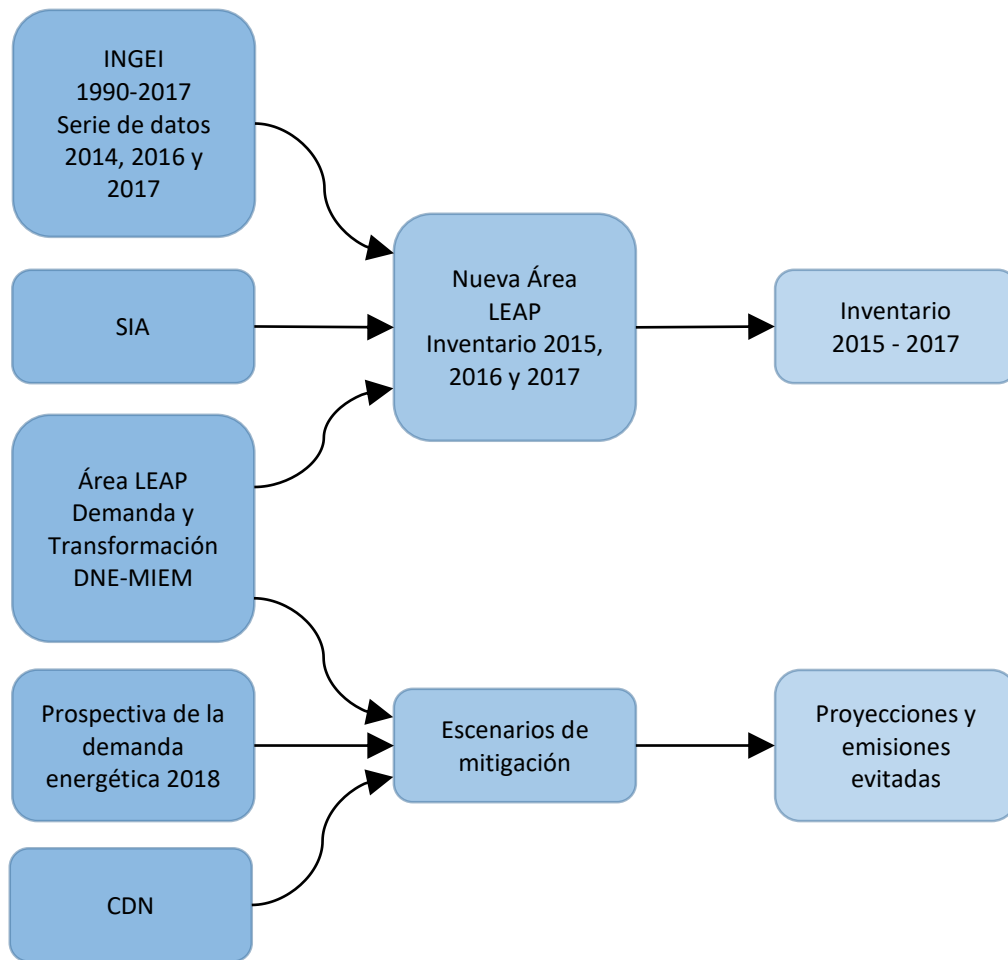


Figura 5: Flujos de DA para inventario y escenarios de mitigación

Finalmente, una vez colectado el universo de información a utilizar en LEAP se estructuró el Área en cinco niveles principales para ordenar la clasificación de las estimaciones. Se detallan en Figura 6 algunas ramas del Área LEAP, para ilustrar la lógica de la estructura del archivo trabajado.



AP: Actividades primarias

Figura 6: Estructura general del Área LEAP.

2.5.2 Evaluación general de la incertidumbre

Como se mencionó anteriormente, los DA se obtuvieron en su mayoría del INGEI 1990-2017 y del Área LEAP provista por la DNE para Demanda y Transformación.

Los DA necesarios para estimar las emisiones del sector Energía provienen principalmente del BEN, elaborado por la DNE, sobre la base de datos proporcionados por la ANCAP, la Administración Nacional de Usinas de Transmisiones Eléctricas (UTE), empresas de gas natural, gasoductos e información recabada por la propia DNE a través de encuestas en los distintos sectores de la actividad nacional. El BEN, que como tal no proporciona información sobre las incertidumbres asociadas a los DA, es considerado una fuente muy confiable de los datos de consumo final. Por tanto, no hay razones para suponer que la incertidumbre introducida a través de ellos sea importante. Adicionalmente, para la estimación de las emisiones provenientes de la quema de combustibles en el subsector transporte, se utiliza la información contenida en el Anuario Estadístico de Transporte elaborado por la Dirección Nacional de Transporte (DNT) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), el que también se considera una fuente altamente confiable. En suma, las incertidumbres de las emisiones informadas a partir del sector Energía se consideran bajas.

Las emisiones provenientes de la producción de cemento, cal, vidrio, hierro, acero, pulpa de papel y uso de asfalto se estimaron mediante la aplicación de un FE asociado a la cifra de producción (o consumo) correspondiente a cada una de las actividades mencionadas. Los establecimientos industriales que se dedican a estas actividades son pocos y se

encuentran muy bien identificados. Las fuentes de los DA fueron las empresas de los diversos ramos, importaciones (Dirección Nacional de Aduanas, DNA) y declaraciones juradas presentadas ante DINACEA (Declaración Jurada de Residuos, Informe Ambiental de Operación, etc). Por lo tanto, se considera que la incertidumbre asociada a estos procesos es muy baja.

Los DA para Agricultura fueron obtenidos de registros o publicaciones oficiales agropecuarias de características muy confiables. Se considera por lo tanto que, en general, los DA utilizados para realizar las estimaciones de emisiones de este sector contienen baja incertidumbre. La principal excepción a esta generalización lo constituye la quema de pajonales, que figura en este informe bajo el nombre “quema de vegetación”. En este caso no existen registros oficiales, y el DA provino de estimaciones antiguas realizadas por expertos en la materia. En consecuencia, su incertidumbre es mayor.

Para la estimación de las emisiones provenientes de la Incineración de residuos industriales, el DA proviene de las declaraciones juradas de residuos sólidos para los emprendimientos alcanzados por el Decreto 182/13 y su fuente es altamente confiable.

Dado que solo se consideran tecnologías de abatimiento para un solo tipo de industria (producción de pulpa y papel) la presente estimación puede, en algunos casos, estar sobreestimando el nivel de emisión, lo que puede derivar en un aumento de la incertidumbre.

2.5.3 Evaluación general de la exhaustividad

La estructura de sectores y categorías de emisiones se realizó de forma análoga al INGEI, estimándose las emisiones de todas las categorías (Tabla 1).

No se encuentran estimadas las emisiones de la industria ladrillera, dado que es un sector mayormente artesanal y no se cuenta con registros oficiales de la actividad ni con encuestas que permitan asignar DA o FE.

Si bien Uruguay cuenta con el Decreto 436/007 que establece que no se pueden realizar quemas a cielo abierto excepto aquellas que correspondan a la cocción de alimentos, parrilleros y churrasqueras, se realizan quemas no controladas de residuos que no están cuantificadas.

Solo consideran tecnologías de abatimiento para las industrias de pulpa y papel, considerando un porcentaje de mitigación de 99,9% en las emisiones de material particulado asociadas al proceso de generación de vapor por el uso de residuos de biomasa. Si bien existen otras industrias que poseen tecnologías de abatimiento, estas no fueron consideradas en las estimaciones debido a falta de información.

A partir de la consideración anterior es importante mencionar que los “residuos de biomasa” incluyen la cáscara de arroz, bagazo de caña, licor negro, gases olorosos, metanol, casullo de cebada y residuos de la industria maderera como combustibles (BEN 2019).

3. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizada

Para la estimación de las emisiones se utilizó el Software LEAP versión 2020.1.0.20 tomando como base el Área confeccionada a partir del Área conteniendo la información de Demanda y Transformación proporcionada por la DNE complementada con la información del sector No energético (Figura 5).

Los datos de información general utilizados se obtuvieron de bases estadísticas nacionales e internacionales, como son: INE, DIEA (MGAP), Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), MIEM, Banco Mundial.

Los DA sectoriales se obtuvieron a partir de INGEI 1990-2017, el BEN y otra información proporcionada por la DNE y MGAP (ver Anexo A).

Los FE para BC y TSP se obtuvieron a partir de las Guías EMEP/EEA 2019 nivel 1, salvo algunas excepciones en las que se utilizaron FE nivel 2 o de literatura revisada por la comunidad científica (ver Anexo A – pulpa y papel y reciclado de acero).

3.1 Sector Demanda

Las categorías de consumo abordadas son el **Residencial, Comercial Servicios, Industrial** (industria manufacturera y construcción), **Actividades Primarias** (Agricultura, Minería y Pesca), **Transporte y Consumo propio**.

La categoría **Residencial** incluye los consumos de las familias rurales y urbanas de tipo calórico eléctrico y mecánico para satisfacer las necesidades energéticas de los hogares. No incluye el transporte de tipo personal, que se informa dentro del sector Transporte.

Dentro de esta categoría, para el caso de la leña y el gas licuado de petróleo (GLP) la apertura se realiza en base a los resultados de Encuesta sobre consumos y usos de la energía en el sector residencial 2013, mientras que para la energía eléctrica, queroseno y gas natural se utilizan datos administrativos de BEN.

La categoría **Comercial Servicios** nuclea los consumos de actividades tales como escuelas, hospitales, comercios, hoteles, restaurantes, alumbrado público y otras actividades del sector público.

Para cada caso se calcula la demanda de energía por unidad de consumo (intensidad energética), la que se define según los criterios generales utilizados en la prospectiva energética y los análisis de la información disponible en Uruguay. Posteriormente, esta variable se utiliza en la proyección de la demanda.

En la categoría **Residencial** la unidad de consumo es el hogar, así es que el año base se construye con el consumo por hogar y se multiplica por la cantidad de hogares del mismo año.

En las categorías **Industrial, Comercial Servicios y Actividades Primarias** la unidad de consumo energético es el Valor Agregado Bruto (VAB) sectorial a precios constantes de 2005. El consumo de cada sector se calcula como consumo energético por \$U (pesos uruguayos) 2005 y se multiplica por el VAB correspondiente.

Para todas las categorías excepto **Transporte**, el consumo total por energético se obtiene del BEN y para la apertura de los consumos por actividad y por energético, se toman las participaciones del uso en cada energético de encuestas (Estudio de consumo

y usos, Encuesta industrial y Encuesta Comercial y Servicios más actuales disponibles). Estas participaciones se aplican a los consumos de 2015, 2016 y 2017.

Particularmente para el transporte carretero el consumo se calcula a partir de la sumatoria de los consumos de cada modo. Estos consumos se calculan como el producto entre el parque vehicular de cada categoría (estimado con información de la Encuesta vehicular de DNE 2013 para el sector Residencial, datos de contratos celebrados del SOA, del BCU, del MTOP, del Estudio de consumos y usos de Energía, ECH, etc), los recorridos medios anuales (estimados) y los consumos específicos de cada medio.

Si bien el año base se analiza en energía final, el estudio de prospectiva se realiza en energía útil, por lo que es necesario considerar los rendimientos para cada uno de los usos por energético y en el transporte para los diferentes modos (Estudio de consumo y usos de la energía 2006, datos de bibliografía, encuestas posteriores, etc.).

Por su parte, el proceso de refinación genera productos que son consumidos en el mismo proceso. Estos consumos están contabilizados bajo el **Consumo propio**. La información utilizada para estimar las emisiones provenientes de esta actividad proviene del BEN.

Se muestran en Tabla 3 los usos considerados en cada sector de consumo a excepción de transporte.

Tabla 3: Actividades consideradas en cada categoría Demanda energética (a excepción de transporte).

Actividad	Categoría				
	Residencial	Comercial Servicios	Industrial	Actividades primarias	Consumo propio
Iluminación	X	X	X	X	
Cocción	X	X			
Calentamiento de agua	X	X			
Calefacción	X	X			
Conservación de alimentos	X	X			
Refrigeración y Ventilación	X	X			
Bombeo de agua	X	X		X ¹	
Fuerza motriz	X	X	X	X ²	
Fuerza motriz móvil				X	
Otros artefactos	X	X	X		
Transporte interno			X		
Vapor			X		
Calor directo			X	X	
Frío de proceso			X	X	
Procesos electroquímicos			X		
Otros usos			X	X	
Usos no productivos				X	
Usos agregados				X	
Consumo propio					X

Notas:

1: Riego y Bombeo

2: Fuerza motriz fija

La categoría **Transporte** se modela de forma diferente, clasificándola por transporte Carretero, Ferroviario, Fluvial y Aéreo. Luego se divide en tipo de transporte: “Pasajeros y Carga” (Agrupa categorías que transportan pasajeros y/o carga) y “Carga Pesada”. Dentro de cada uno de estos tipos se encuentran los diferentes medios de transporte (Tabla 4).

Tabla 4: Actividades consideradas en cada categoría Transporte.

Tipo	Modo	Actividad			
		Carretero	Ferrovionario	Fluvial	Aéreo
Pasajeros y Carga	Automóvil	X			
	Camionetas	X			
	Taxis y Remises	X			
	Otros livianos	X			
	Ómnibus	X			
	Birrodados	X			
	Tren		X		
	Barco			X	
	Avión				X
Carga Pesada	Camiones	X			
	Tractores	X			

Dentro de Automóvil se consideran los vehículos de uso particular. Los consumos específicos, recorridos medios y apertura por tipo de combustible se tomaron de la Encuesta vehicular del sector residencial (2013). El mismo procedimiento se realizó para las Camionetas.

En Taxis y Remises se consideran los vehículos que prestan el servicio en Montevideo e interior. Los recorridos medios surgen de la Encuesta de consumo y usos de la energía (2006) y los consumos específicos de la encuesta vehicular mencionada previamente. Para la apertura por tipo de combustible se utilizaron datos aportados por la oficina de Demanda, Acceso y Eficiencia Energética (DAEE) del MIEM. A partir del 2017 incluye vehículos afectados a prestar servicio por aplicaciones móviles.

El modo Otros livianos es marginal y corresponde principalmente a vehículos oficiales y comerciales. La cantidad surge de la diferencia entre el total SOA y la encuesta 2013.

Los Ómnibus incluyen las flotas de servicio de transportes de pasajeros tanto en la capital como el interior, servicios interdepartamentales, turísticos y minibuses.

Dentro de la Carga Pesada, los Camiones se consideran los vehículos para transporte de carga todas las categorías (menor a 2 t, entre 2 y 5 t, más de 5 t) mientras que dentro de los Tractores se incluyen los vehículos para transporte de carga pesada de esta categoría.

3.2 Sector Transformación

La infraestructura del sistema energético uruguayo puede caracterizarse en tres grandes sectores: transformación eléctrica, hidrocarburos (refinería) y biocombustibles.

El país cuenta con cuatro centrales hidroeléctricas, centrales térmicas operadas por turbinas a vapor, turbinas de gas y motores a base de combustibles fósiles, así como generadores privados que utilizan biomasa. Además, el sector transformación eléctrica está integrado por generadores eólicos y solares tanto públicos como privados.

3.3 Sector No energético

3.3.1 Emisiones de Procesos industriales y uso de productos

Las actividades abordadas son la industria Mineral, de los Metales, Pulpa y papel.

La mayoría de los DA utilizados para realizar las estimaciones se obtuvieron del GdT INGEI y fueron solicitados directamente a las empresas del sector. En otros casos, fueron tomados del Sistema de Información Ambiental (SIA) del MA. En los casos en que los datos disponibles eran únicamente de información de importaciones de productos, los mismos se obtuvieron directamente de la base de datos provista por la DNA. Se utilizaron, además, algunos informes y anuarios estadísticos como medio de verificación de datos para este sector.

En resumen, se puede considerar el siguiente conjunto como las fuentes consultadas para obtener los DA de esta categoría:

- SIA
- Informes empresariales
- Información estadística nacional (INE)
- BEN
- Base de datos DNA
- Anuario ANCAP

3.3.1.1 Industria mineral

A nivel nacional esta actividad incluye las emisiones derivadas de la producción de cemento, cal, vidrio (hasta el 2016) y uso de asfalto.

Para las emisiones asociadas a la producción de cemento, se estimaron las emisiones en base a la producción de cemento relevada para cada industria productora.

Para las emisiones asociadas a la producción de cal, se estimaron las emisiones de manera análoga a lo descrito para el cemento. En los casos de autoproducción y reutilización en el mismo proceso se estimaron las emisiones (por estequiometría) con base en los DA de reposición de piedra caliza en horno de cal proporcionados por las empresas.

En los años en los que se produjo vidrio, se relevaron datos correspondientes de la autorización ambiental de la empresa.

Para el consumo de asfalto se utiliza la información proporcionada por el Anuario Estadístico de ANCAP.

Las emisiones se estimaron en base al consumo total de asfalto sin contar con información discriminada por aplicación, por lo que se asume que todo el consumo es utilizado para pavimentación asfáltica.

3.3.1.2 Industria de los metales

En Uruguay la producción de acero se realiza únicamente a partir de la chatarra como materia prima y reciclaje en horno de arco eléctrico. Esta información se obtiene de la declaración jurada de residuos en el marco del Decreto 182/13.

3.3.1.3 Industria de Pulpa y Papel

Para esta actividad las emisiones se estiman en base al nivel de producción reportado por las empresas. Se utiliza un factor de abatimiento de emisiones de material particulado y carbono negro estimado en base a información proveniente de las autorizaciones ambientales de las empresas y al juicio experto de técnicos del MA. Este factor (99,9%) se asume igual y constante en los años evaluados.

3.3.2 Agricultura

Para este inventario se consideraron las emisiones provenientes de la quema de residuos de cultivos y las generadas por animales estabulados.

3.3.2.1 Quema de residuos de cultivos

Se estimaron las emisiones en base al área de cultivo de caña de azúcar anual (Anuario estadístico de la oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA)) ya que casi la totalidad (90%) de la cosecha de este cultivo en Uruguay se realiza de forma manual. Este método implica la quema del cultivo antes de ser cosechado. El restante 10% de la cosecha se realiza de forma mecanizada y por lo tanto no se aplica la práctica de quema de cultivo. Para el resto de los cultivos que se realizan en Uruguay no hay registros de actividades de quema de residuo del cultivo y se considera que esta práctica no ocurre en el país.

3.3.2.2 Animales estabulados

Se estiman las emisiones en base al número de cabezas de aves de corral (Anuario estadístico de DIEA).

3.3.3 UTCUTS

3.3.3.1 Quema de vegetación

La quema de vegetación contempla la quema de pajonales o arbustales. Se trata de una práctica que se aplica eventualmente para el manejo de pastizales tanto en zonas bajas como altas. Debido a que no existe información estadística relevante, el valor de área de pajonales que se quema se determinó mediante juicio experto realizado por técnicos del MGAP y se mantiene constante para toda la serie.

3.3.4 Residuos

3.3.4.1 Incineración

Se consideran las quemas controladas de residuos industriales en incineradores. La información se obtiene de las declaraciones juradas de las empresas ante el MA.

3.4 Variables explicativas

Luego de tener configurados los años de inventario, es necesario definir las variables explicativas, drivers o variables impulsoras para proyectar las emisiones.

Para el sector Demanda los consumos proyectados se calculan multiplicando la intensidad energética de cada año por el correspondiente valor de la variable explicativa (número de hogares en la categoría Residencial, VAB sectorial en las categorías Comercial Servicios, Industrial y Actividades primarias). Así, la evolución de estas variables determina la evolución del consumo energético en cada categoría.

Particularmente en la categoría Residencial, el consumo energético no sólo está determinado por el número de hogares, sino que también depende del ingreso de los hogares utilizándose el PIB como *proxy* de los ingresos.

En la categoría Transporte no todos los modos de transporte tienen una variable impulsora explícita.

En términos generales, para el transporte Carretero los consumos futuros se desprenden de la proyección del parque vehicular. Además, para los Automóviles, Camionetas, Otros livianos y Birrodados las proyecciones se realizan mediante un modelo cuyos parámetros se ajustan con valores históricos. En cambio, para los Camiones y Tractores la proyección del parque se realiza con el PIB. Por último, en Ómnibus, Taxis y Remises, las proyecciones se realizan teniendo en cuenta las últimas tendencias de la variación de tasas habitantes/vehículo y otros indicadores. Para la actividad de transporte Fluvial y Aéreo también se toma al PIB como variable explicativa del consumo energético.

Para el Consumo propio se considera que el consumo energético permanece constante desde 2018, porque el consumo energético de la refinería se considera asociado a la máxima capacidad de la refinería de ANCAP (única en el país) e independiente de la demanda.

Para el sector Transformación se utilizó como variable explicativa la demanda de energía eléctrica proyectada, algo que si bien no fue explícitamente ingresado al LEAP como dato es calculado en base a otros datos de demanda energética.

Para el sector No energético, la principal variable explicativa utilizada fue el PIB o el VAB sectorial de acuerdo a la categoría o subcategoría estimada. Se utilizó como variable explicativa el VAB industrial para las emisiones asociadas a la producción de cemento, cal, acero, pulpa y papel y uso de asfalto. Desde 2017 no se registra producción de vidrio y se considera que esta situación permanecerá invariada en el período de tiempo considerado.

Por otra parte, se utilizó como variable explicativa el VAB de actividades primarias para las emisiones asociadas con los animales estabulados y la quema de residuos agrícolas.

4. Emisiones nacionales de TSP y BC

En el presente capítulo se muestran los valores estimados de emisiones nacionales de BC y TSP para los años 2015, 2016 y 2017. Se muestran los valores totales y los valores parciales asociados a distintos sectores y categorías bajo las que se estructuró el desarrollo del presente inventario.

4.1 Resultados globales y circunstancias nacionales

En la Tabla 5 se muestran las emisiones estimadas para ambos parámetros por Sector y Categoría en el período 2015 – 2017.

Tabla 5: Resumen de las emisiones estimadas (t) para 2015, 2016 y 2017 por sectores y categorías.

Sector/Categoría	2015		2016		2017	
	BC	TSP	BC	TSP	BC	TSP
Total de emisiones	2437,1	26457,6	2476,9	27837,1	2481,3	29223,1
Demanda	2301,7	20228,4	2340,7	20752,5	2347,4	21108,9
Residencial	906,2	9799,1	909,6	9836,2	909,5	9835,0
Comercial Servicios	47,9	170,3	48,9	172,6	47,7	170,0
Industrial	705,1	8734,3	734,6	9205,2	735,4	9596,1
Actividades primarias	198,2	478,0	199,2	480,0	202,9	486,1
Transporte	442,0	974,1	445,8	975,4	450,8	987,4
Consumo propio	2,2	72,6	2,6	83,2	1,1	34,3
Transformación	18,0	875,1	15,0	889,1	13,2	890,4
No energético	117,5	5354,1	121,2	6195,6	120,8	7223,8
Procesos industriales*	39,0	3847,2	46,2	4726,8	48,7	5787,0
Agricultura	28,1	635,3	24,6	597,2	21,7	565,3
Residuos	1,7E-03	0,1	2,6E-03	0,1	1,1E-03	0,1
Quema de vegetación	50,4	871,5	50,4	871,5	50,4	871,5

*Comprende procesos industriales y uso de productos

A partir de estos resultados globales, se puede realizar un análisis agregado asociado al sector Demanda. En cuanto al consumo final energético por fuente, históricamente existió una participación importante de los derivados de petróleo, seguida por la participación de energía eléctrica y la biomasa (considerando en conjunto a la leña y los residuos de biomasa) (Figura 7). Cabe destacar que a partir del año 2008, la estructura de consumo cambió debido al fuerte aumento en el consumo de residuos de biomasa en el sector industrial, que determinó que la biomasa pasara a ser la segunda fuente de importancia en el consumo final energético, desplazando a la electricidad al tercer lugar.

Además, a partir del año 2010 se incorporaron dos nuevas fuentes secundarias como son el bioetanol y biodiesel, correspondiendo en Figura 7 a los “Biocombustibles”.

En 2017, la participación de la biomasa superó, por primera vez, a la de los derivados de petróleo en el consumo final energético por fuente (1.802,5 ktep a 1.772,8 ktep) seguidos en tercer lugar por la electricidad (934,3 ktep). Para el caso de los biocombustibles y el gas natural, los consumos fueron realmente pequeños respecto al resto de las fuentes.

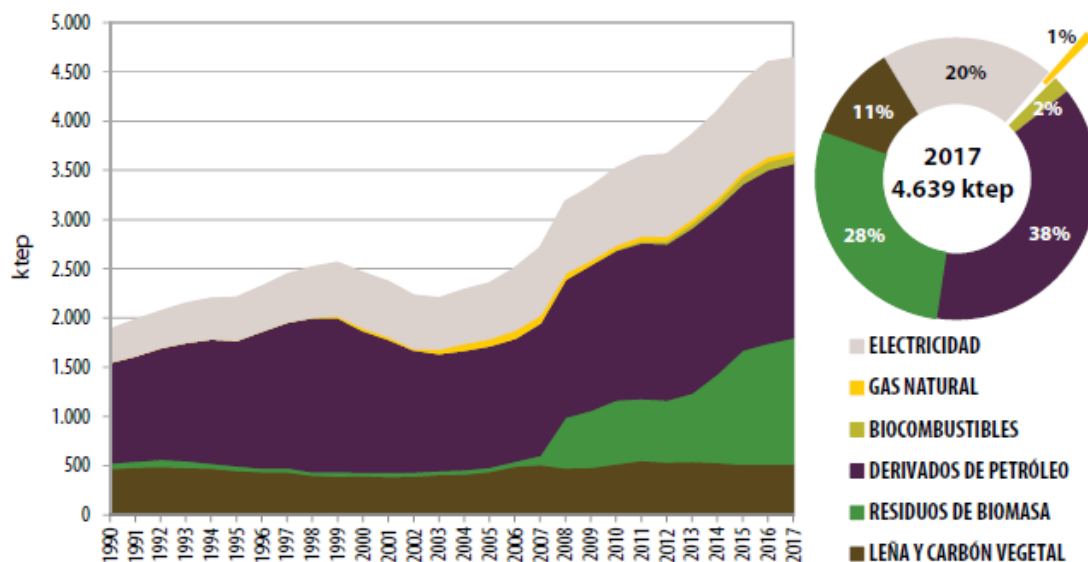


Figura 7: Consumo final energético por fuente (2017) y evolución 1990 – 2017 (INGEI 2017).

En términos de emisiones, se observa la predominancia de las asociadas con el consumo de biomasa representando un 91,9% de las emisiones de TSP y un 70,5% de las emisiones de BC en 2017 (Figura 8).

En la serie 2015 – 2017, se observa un leve aumento en las emisiones provenientes de la quema de biomasa, mientras que las emisiones por combustión de origen fósil permanecieron prácticamente invariadas.

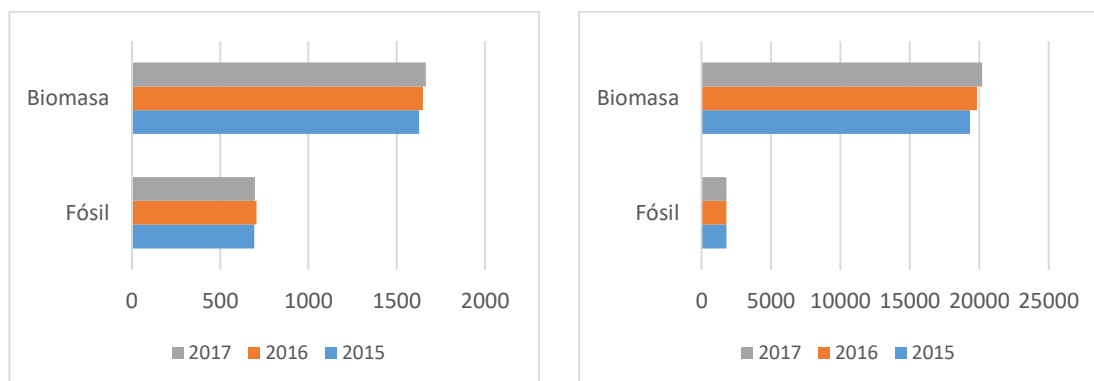


Figura 8: Emisiones (t) por origen del combustible para el período 2015 – 2017: BC (izquierda), TSP (derecha).

Al analizar los combustibles de mayor aporte a esas emisiones para el año 2017 se observa que para ambos parámetros las emisiones provienen mayoritariamente de la quema de leña, seguido por los residuos de biomasa y por el Gasoil (Figura 9).

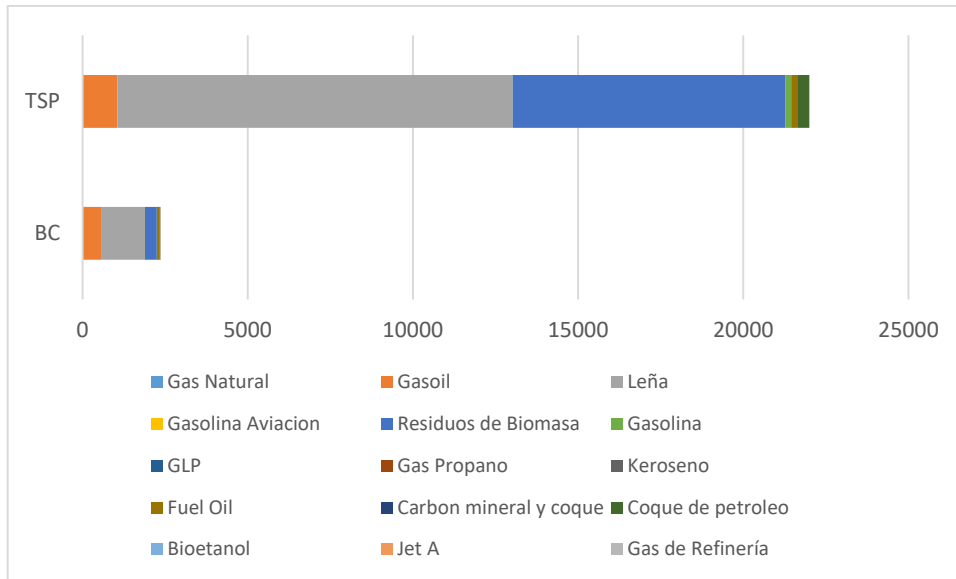


Figura 9: Emisiones (t) por tipo de combustible, año 2017.

Continuando el análisis agregado por tipo de combustible, es de interés particular desagregar las emisiones estimadas de BC y TSP para el sector Demanda. Para ambos casos, dentro de la categoría Residencial fueron predominantes las emisiones debido al uso de Leña, al igual que la categoría Comercial Servicios. En la categoría Industrial las emisiones se encuentran más repartidas debido al uso de Leña y Residuos de biomasa; mientras que en el Transporte las emisiones están asociadas principalmente al consumo de Gasoil (Figura 10 y Figura 11).

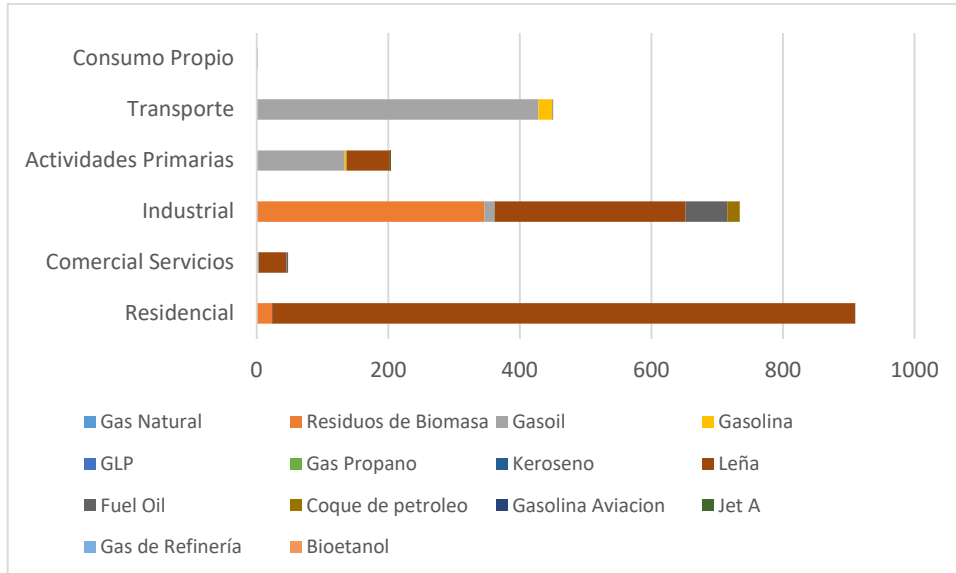


Figura 10: Emisiones de BC (t) en categorías del sector Demanda por combustible, año 2017.

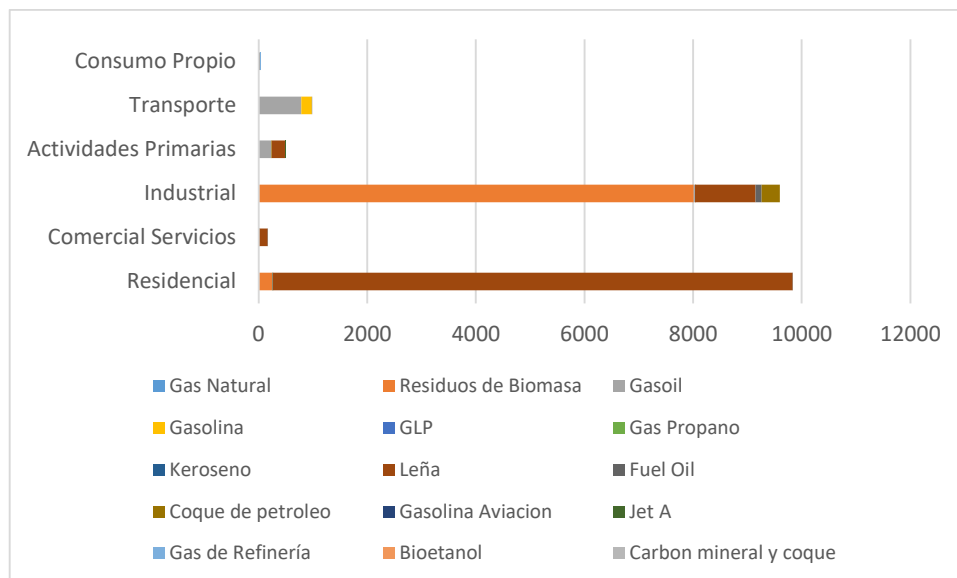


Figura 11: Emisiones de TSP (t) en categorías del sector Demanda por combustible, año 2017.

En cuanto al consumo final energético por categoría, históricamente se distribuyó con participaciones similares entre tres categorías (residencial, transporte e industrial), siendo el residencial el de mayor consumo. Sin embargo, a partir del año 1994 el transporte pasó a ser el de principal consumo, seguido de cerca por el residencial, hasta que en el año 2008 la estructura de consumo volvió a cambiar debido a un fuerte crecimiento del industrial (Figura 12).

En dicho año, la industria pasó a ser el sector de mayor importancia desplazando al transporte a segundo lugar. Como ya se ha comentado anteriormente, esto se debió al aumento del consumo de residuos de biomasa, específicamente licor negro, en la industria de pulpa de celulosa y papel. Se destaca que, si bien la entrada de las empresas de pulpa de celulosa tuvo un impacto significativo en la matriz energética, las mismas son autosuficientes ya que más del 90% del consumo proviene de energéticos propios. A su vez, parte de la electricidad generada en las plantas es entregada al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

En el año 2017 el mayor consumo correspondió al rubro industrial, seguido por el transporte y el residencial. Por su parte, tanto el consumo en el rubro comercial/servicios/sector público y agro/pesca/minería tuvieron participaciones menores.

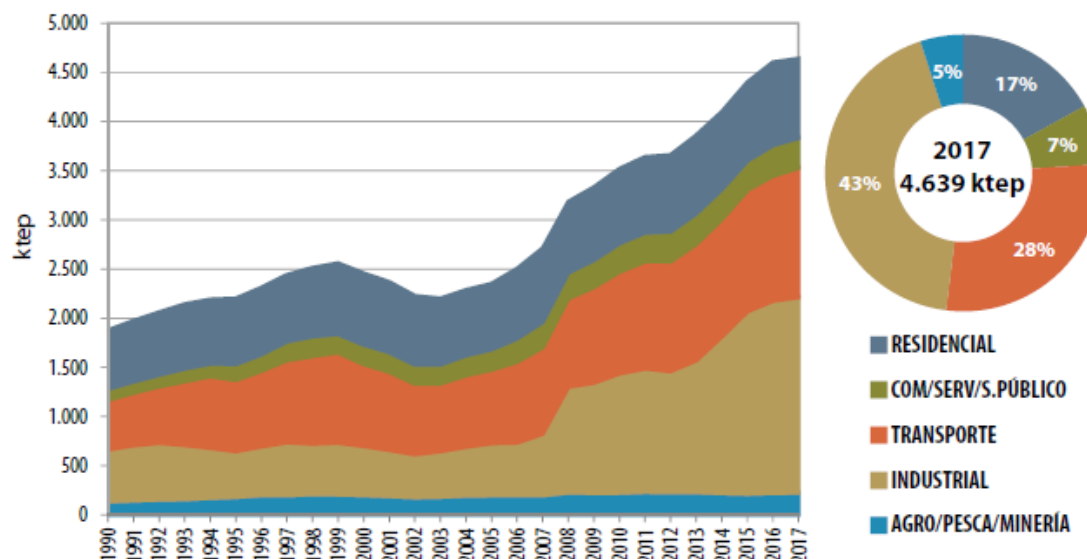


Figura 12: Consumo final energético por categoría (2017) y evolución 1990 – 2017 (INGEI 2017).

Particularmente para el 2017, el consumo energético en el transporte se debió a los derivados de petróleo prácticamente en un 100%, mientras que para la categoría residencial las principales fuentes consumidas fueron electricidad (45%) y leña (35%). En la categoría industrial el mayor consumo correspondió a los residuos de biomasa (64%) seguido por la electricidad (15%). En el caso del rubro comercial/servicios/sector público, el 83% de la energía consumida provino de la electricidad, en tanto la leña representó un 7%. Por último, en el sector agro/pesca/minería se consumió principalmente gasoil (66%) seguido por la leña (16%).

Hasta ahora se analizó el consumo final energético excluido el consumo propio del sector energético. El mismo constituye la cantidad de energía que el propio sector energético utiliza para su funcionamiento, incluyendo la producción, transformación, transporte y distribución de energía. El consumo propio es exclusivamente de electricidad y combustibles y se debe principalmente a la operación de la refinería. En el año 2017, se consumieron 49,5 ktep de combustibles fósiles y 30,1 ktep de electricidad (Figura 13). Este consumo es menor con respecto a otros años dado que en el 2017 la refinería estuvo parada por mantenimiento desde febrero hasta septiembre. Este aspecto también se ve reflejado en la disminución de las emisiones de BC que se observa en la Tabla 5 donde se muestran las emisiones estimadas para ambos parámetros por Sector y Categoría en el período 2015 – 2017.

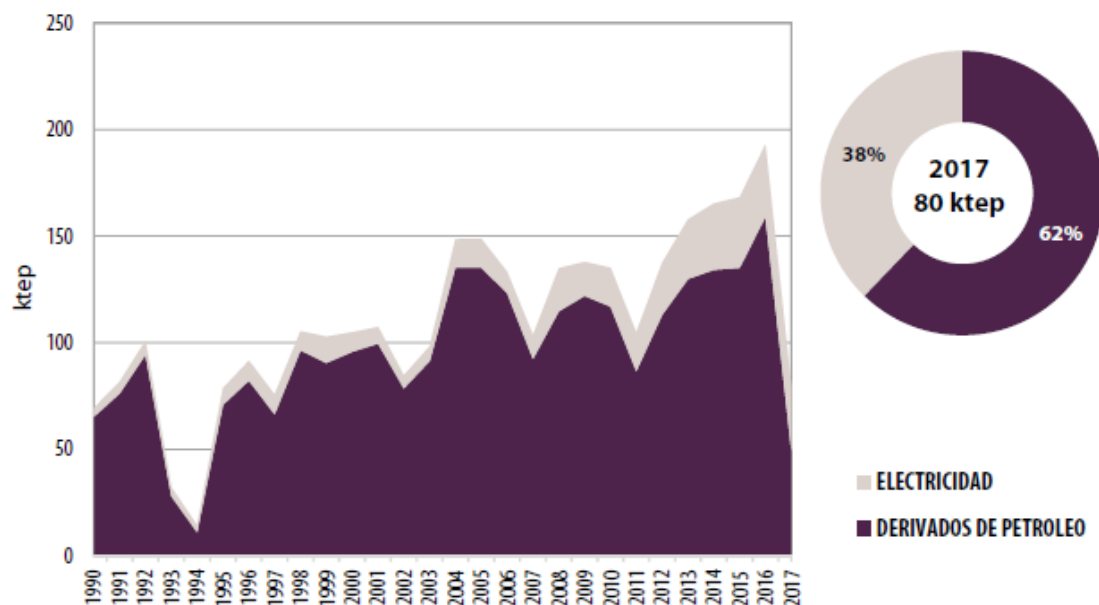


Figura 13: Consumo propio del sector energético (2017) y evolución 1990 – 2017 (INGEI 2017).

La matriz de insumos para generación ha presentado fuertes variaciones a lo largo de los años, así como también la diversificación de fuentes hacia el final del período. La disponibilidad de hidroenergía para generación eléctrica y el consumo de derivados de petróleo de las centrales eléctricas han estado fuertemente asociados, ya que la menor disponibilidad de hidroenergía ha requerido de mayores consumos de derivados de petróleo para generación. Si bien en 2017 la hidroenergía fue menor que en 2016, el crecimiento que registraron la energía eólica, la biomasa y la solar fotovoltaica como insumos para generación permitió que el consumo de combustibles fósiles también disminuyera (Figura 14).

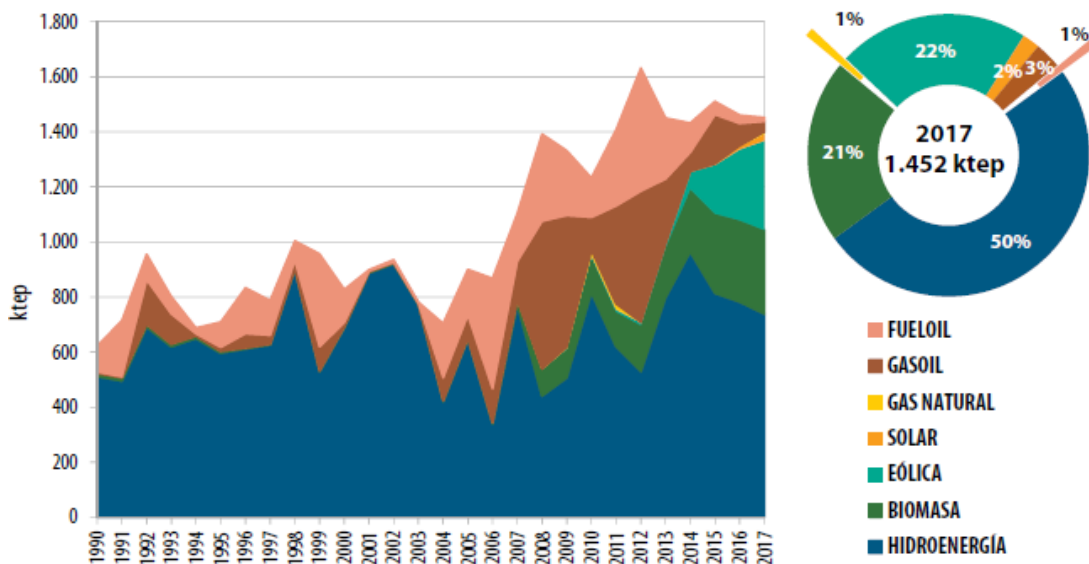


Figura 14: Insumos para generación de energía eléctrica (2017) y evolución 1990 – 2017 (INGEI 2017).

En el año 2017, el 87,2% del consumo de energía para la generación de electricidad se dio en centrales eléctricas de servicio público (1.266,1 ktep) que entregaron la electricidad a la red. De dicho consumo solamente 60,6 ktep correspondieron a

combustibles fósiles (gasoil, fueloil y gas natural), mientras que el resto de los insumos fueron fuentes de energía renovable.

Un análisis agregado para el sector No energético permite ver que para BC las emisiones se reparten de manera similar para Quema de vegetación y Procesos industriales, con ocupaciones menores de la Agricultura y en último término los Residuos. En contraparte, las emisiones del TSP están dominadas por lo proveniente de los procesos industriales, seguido en orden decreciente por la Quema de vegetación, la Agricultura y los Residuos (Figura 15).

La evolución de las emisiones en la categoría Procesos industriales se debe fundamentalmente a la variación en el nivel de actividad de la industria de minerales, de celulosa y papel y una menor participación de la industria de los metales.

Dentro de la categoría Agricultura la variación en las emisiones se asocia al aumento de la superficie cultivada de caña de azúcar ya que casi la totalidad (90%) de la cosecha de este cultivo en Uruguay se realiza de forma manual. Este método implica la quema del cultivo antes de ser cosechado. El restante 10% se realiza de manera mecanizada y por lo tanto no se aplica la práctica de quema mencionada. Para el resto de los cultivos que se realizan en Uruguay no hay registros de actividades de quema de residuos y se considera que esta práctica no ocurre actualmente en el país.

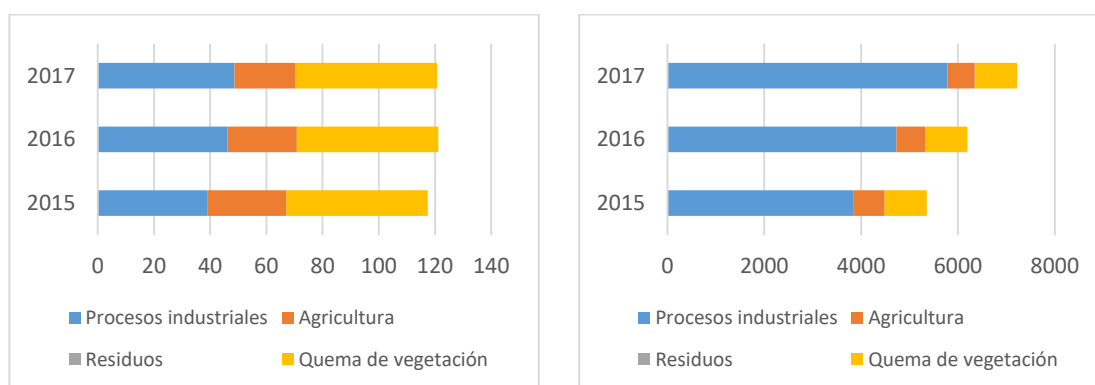


Figura 15: Emisiones (t) del sector No energético para el período 2015 – 2017.

4.2 Inventario de emisiones por sustancia

En este capítulo se encuentran desglosadas las emisiones de BC y TSP por sectores, categorías, combustibles y usos (Tipo y Modo) analizando la participación porcentual de cada uno en el total, las emisiones del último año inventariado y sus principales impulsores (*drivers*).

4.2.1 BC

Las emisiones de BC se estimaron en 2437,1 t; 2476,9 t y 2481,3 t para los años 2015, 2016 y 2017 respectivamente (Tabla 6).

El sector Demanda de Energía representó el 94,6% del total de emisiones en el año 2017, seguido del sector No energético (4,9%) y en menor proporción la transformación de energía (0,5%).

Tabla 6: Emisiones de BC (t) por sector.

Sector	2015	2016	2017
Demanda	2301,7	2340,7	2347,4
Transformación	18,0	15,0	13,2
No energético	117,5	121,2	120,8
Total	2437,1	2476,9	2481,3

Si se discriminan las emisiones por sector, se observa que predominan las fuentes energéticas llegando a 95,1% para el año 2017. En el periodo considerado, el aporte fue prácticamente constante en términos porcentuales.

Se observó en el periodo 2015 – 2017 un aumento de las emisiones absolutas de BC del 1,8%, fundamentalmente debido al aumento en las emisiones por la demanda energética de la categoría Industrial, fundamentalmente de Pulpa y papel, seguido de aumentos en el Transporte, las Actividades primarias y por último Residencial.

Las emisiones también pueden verse de acuerdo a la plaza de combustibles disponibles en Uruguay. Así, las emisiones totales se compondrán por lo emitido debido al uso de combustibles para satisfacer a la Demanda y la Transformación junto con las emisiones asociadas a las operativas y procesos del sector No energético. Por tanto, es posible desagregar el 95,1% de las emisiones de las fuentes energéticas en los combustibles asociados, sabiendo que el restante 4,9% corresponde al sector No Energético.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta solamente los combustibles, la mayor incidencia en este caso está en el consumo de Leña, mayormente de la categoría residencial. Las emisiones por su quema permanecen prácticamente invariables en el periodo considerado, ocupando más del 50% en cada uno de los 3 años estudiados (54,8% en 2017). Esto y la ocupación del resto de los energéticos en términos absolutos se detallan en Tabla 7.

Tabla 7: Emisiones de BC (t) por energético.

Energético	2015	2016	2017
Gas natural	0,09	0,10	0,09
Gasoil	573,75	576,71	583,48
Leña	1290,4	1293,0	1293,9
Gasolina de aviación	0,0	0,1	0,1
Residuos de biomasa	336,3	355,5	369,7
Gasolina	24,3	23,4	23,9
GLP	0,3	0,3	0,3
Gas propano	5,0E-02	0,1	4,6E-02
Queroseno	7,1E-02	0,1	6,6E-02
Fuel Oil	80,2	89,8	68,8
Carbón mineral y coque	2,9E-02	0,1	0,0
Coque de petróleo	13,7	14,8	18,8
Jet A	-	0,1	0,1
Gas de refinería	0,4	0,5	0,2
Total	2319,7	2354,6	2359,5

Se calcula el total sin considerar emisiones del sector No energético (procesos y operativas industriales).

4.2.1.1 Sector Demanda

Para todos los años la principal categoría de emisiones de la Demanda fue la Residencial seguida por la Industrial. Las variaciones observadas para el sector Residencial muestran

una disminución en la participación de esta categoría de 0,6% pasando de 39,4% a 38,7% de 2015 a 2017 mientras que la categoría Industrial aumentó 0,7%, pasando de 30,6% a 31,3% en el mismo período. El Transporte se mantuvo prácticamente constante manteniendo un 19,2% de las emisiones (Tabla 8).

Tabla 8: Emisiones de BC (t) por categoría, sector Demanda.

Categoría	2015	2016	2017
Residencial	906,2	909,6	909,5
Comercial Servicios	47,9	48,9	47,7
Industrial	705,1	734,6	735,4
Actividades primarias	198,2	199,2	202,9
Transporte	442,0	445,8	450,8
Consumo propio	2,2	2,6	1,1
Total	2301,7	2340,7	2347,4

- **Residencial**

Dentro de la categoría Residencial los principales energéticos asociados a las emisiones de BC fueron la Leña (97,4%) y los Residuos de biomasa (2,6%).

A su vez, las principales actividades emisoras asociadas a la emisión de este parámetro son la Calefacción (59,1%) seguido la Cocción (36,8%) (Tabla 9).

Tabla 9: Emisiones de BC (t) por actividad, categoría Residencial.

Actividad	2015	2016	2017
Iluminación	4,3E-03	5,2E-03	3,6E-03
Cocción	333,4	334,4	334,3
Calentamiento de agua	36,8	37,8	37,8
Calefacción	535,9	537,4	537,3
Conservación de alimentos	3,7E-04	4,2E-04	3,9E-04
Otros artefactos	0,1	0,1	0,1
Total	906,2	909,6	909,5

- **Comercial - Servicios**

Las emisiones de la categoría Comercial Servicios responden al uso para Cocción, Calefacción y Calentamiento de agua para el año 2017 (52,2%, 23,2% y 20,2% respectivamente) siendo la Leña la principal fuente de emisión de BC ya que ocupa el 87,0% de las emisiones para ese año (Tabla 10).

Tabla 10: Emisiones de BC (t) por actividad, categoría Comercial Servicios.

Actividad	2015	2016	2017
Iluminación	4,7E-05	4,7E-05	4,7E-05
Cocción	24,9	24,9	24,9
Calentamiento de agua	9,7	10,5	9,6
Calefacción	11,2	11,4	11,1
Conservación de alimentos	3,7E-03	3,7E-03	3,7E-03
Bombeo de agua	4,1E-04	4,0E-04	4,0E-04
Otros Artefactos	0,3	0,3	0,2
Transporte Interno	1,9	1,8	1,8
Total	47,9	48,9	47,7

- Industrial

Para la Industria, la principal fuente de emisiones de BC se encuentra en la generación de Vapor (73,5%), actividad que si bien presentó un aumento en el valor absoluto de sus emisiones entre 2015 y 2017, mantiene su porcentaje relativo frente a las otras actividades de esta categoría (Tabla 11).

Tabla 11: Emisiones de BC (t) por actividad, categoría Industrial.

Actividad	2015	2016	2017
Vapor	515,4	532,0	540,6
Calor directo	173,8	186,3	178,8
Fuerza motriz	0,9	1,0	1,0
Transporte interno	14,9	15,4	15,1
Otros artefactos	0,1	0,1	0,1
Total	705,1	734,6	735,4

La mayoría de las emisiones de la Industria se asocian al uso de Residuos de biomasa y la Leña como combustibles. Las emisiones por el uso de Residuos de biomasa aumentaron en 34,4 t de 2015 a 2017, lo que se traduce como un aumento de su ocupación en 2017 de 2,9% respecto a 2015. En contrapartida, la Leña mantuvo sus emisiones casi constantes, disminuyendo su ocupación en 1,8% de 2015 a 2017 (Tabla 12).

En términos relativos, los Residuos de biomasa contribuyeron con un 47,2% de las emisiones en 2017, seguido por la Leña, con un aporte de 39,4%.

Tabla 12: Emisiones de BC (t) por energético, categoría Industrial.

Energético	2015	2016	2017
Gas natural	1,5E-02	1,5E-02	2,1E-02
Residuos de biomasa	312,8	333,1	347,2
Gasoil	15,7	16,3	16,0
Gasolina	2,7E-02	1,8E-02	2,7E-02
GLP	1,1E-02	5,0E-03	3,6E-03
Gas propano	3,0E-02	3,0E-02	2,4E-02
Leña	290,3	289,0	289,8
Fuel Oil	72,6	81,4	63,5
Carbón mineral y coque	2,9E-02	0,1	-
Coque de petróleo	13,6	14,7	18,8
Total	705,1	734,6	735,4

- Actividades primarias

Las Actividades primarias abarcan la pesca y otras actividades como minería, agricultura y ganadería. Dentro de estas actividades, las emisiones provenientes de la Pesca significaron un 0,5% del total.

Las emisiones por combustión de Gasoil en esta categoría representaron 66,1% del total en 2017 mientras que las debidas al uso de Leña fueron un 32,3% del total de ese año (Tabla 13).

Tabla 13: Emisiones de BC (t) por energético, categoría Actividades primarias.

Energético	2015	2016	2017
Gasolina aviación	-	0,1	0,1
Gasoil	130,0	130,8	134,2
Gasolina	2,2	2,3	2,6
Gas propano	7,0E-03	1,5E-02	9,5E-03
Leña	65,6	65,6	65,6
Fuel Oil	0,3	0,2	0,2
Jet A	-	0,1	0,1
Total	198,2	199,2	202,9

- Transporte

La categoría Transporte se divide en cuatro: Carretero, Ferroviario, Fluvial y Aéreo. Considerando que para el transporte Aéreo los combustibles utilizados no cuentan con FE de BC, para las primeras tres subcategorías las emisiones de BC en 2017 se distribuyen de la siguiente manera: 98,2% para el transporte Carretero; 0,2% para el Ferroviario y 1,6% para el Fluvial (Tabla 14).

En esta categoría, el combustible predominante fue el Gasoil (95,1%) seguido por la Gasolina (4,7%).

Tabla 14: Emisiones de BC (t) por actividad, categoría Transporte.

Actividad	2015	2016	2017
Carretero	432,4	437,9	442,9
Ferroviario	1,6	0,9	0,9
Fluvial	7,9	7,0	7,1
Total	442,0	445,8	450,8

Aéreo no se estima (EMEP/EEA 2019).

Particularmente dentro del transporte Carretero, que se divide en Pasajeros y Carga y por otro lado Carga pesada (ver Tabla 4), las emisiones de BC fueron ocupadas en 42,1% por el transporte de Pasajeros y Carga, creciendo 4,4% respecto a 2015. El restante 57,9% fue ocupado por la Carga pesada, con una disminución compensatoria a la mencionada anteriormente (Tabla 15).

Tabla 15: Emisiones de BC (t) por tipo, actividad Transporte carretero.

Tipo	2015	2016	2017
Pasajeros y Carga	163,0	168,1	186,3
Carga pesada	269,4	269,8	256,6
Total	432,4	437,9	442,9

Para el transporte de Pasajeros y Carga las emisiones de BC provienen mayoritariamente del uso del Gasoil, las que representaron el 88,7% de las emisiones en 2017, con un aumento del 2,1% respecto al año 2015 (Tabla 16).

Tabla 16: Emisiones de BC (t) por energético, tipo Pasajeros y Carga.

Energético	2015	2016	2017
Gasoil	141,1	147,2	165,1
Gasolina	21,9	20,9	21,1
Total	163,0	168,1	186,3

Si en lugar de desagregar esta subcategoría por energético se realiza el desglose por tipo de vehículo (Modo), se encuentra la distribución de Tabla 17, en la que se observa que la mayoría de las emisiones de BC provienen de las Camionetas, con 34,6% en 2017, en una ocupación que se mantiene prácticamente constante desde 2015. Las siguen las asociadas a los Ómnibus con 20,0% y los Automóviles con 14,3% para ese año, con una variabilidad en el período similar a las Camionetas. Para 2017, detrás aparecen los Otros livianos (11,3%) y los Birrodados (10,6%).

Tabla 17: Emisiones de BC (t) por modo, tipo Pasajeros y Carga.

Modo	2015	2016	2017
Automóvil	23,2	24,3	26,7
Camionetas	56,1	58,7	64,5
Taxis y Remises	12,2	12,2	17,1
Otros livianos	16,9	19,2	21,1
Ómnibus	33,9	34,0	37,2
Birrodados	20,7	19,6	19,7
Total	163,0	168,1	186,3

Dentro de la Carga pesada la principal fuente de emisiones de BC fueron los tractores con 65,3% en 2017 debido fundamentalmente al consumo de Gasoil (mayor a 99%) (Tabla 18).

Tabla 18: Emisiones de BC (t) por modo, tipo Carga pesada.

Modo	2015	2016	2017
Camiones	91,4	92,5	89,1
Tractores	178,0	177,3	167,5
Total	269,4	269,8	256,6

4.2.1.2 Sector Transformación

Los resultados del sector transformación pueden verse en la Tabla 6. La evolución mostrada para las emisiones de BC en este sector se asocia a la parada por mantenimiento de la refinería ocurrida durante 2017.

Si se analiza este sector por energético, predominan las emisiones asociadas al consumo de Leña (87,1%) seguido por el Gasoil (7,9%), el Fuel Oil (4,9%) y por el Gas natural con un porcentaje menor al 1% (Tabla 19).

Tabla 19: Emisiones de BC (t) por energético, sector Transformación.

Modo	2015	2016	2017
Gas natural	-	-	1,82E-03
Gasoil	4,9	2,2	1,0
Leña	10,9	11,4	11,5
Fuel Oil	2,2	1,4	0,6
Total	18,0	15,0	13,2

4.2.1.3 Sector No energético

Para todos los años, las emisiones dentro del sector No energético fueron predominantemente de las Quemadas de vegetación y de los Procesos industriales y uso de productos en proporciones muy similares, seguido de las emisiones de la categoría Agricultura. En el primer caso, el peso relativo de las emisiones pasó de 42,9% (2015) a 41,7% (2017). Las emisiones de los Procesos industriales evolucionaron de 33,2% (2015)

a 40,3% (2017) y las provenientes de la categoría Agricultura disminuyeron de 23,9% a 18,0% en el mismo período. Por último, las emisiones de los Residuos estuvieron por debajo del 1 % en los tres años del período (Tabla 20).

Tabla 20: Emisiones de BC (t) por categoría, sector No energético.

Categoría	2015	2016	2017
Procesos industriales*	39,0	46,2	48,7
Agricultura	28,1	24,6	21,7
Residuos	1,7E-03	2,6E-03	1,1E-03
Quema de vegetación	50,4	50,4	50,4
Total	117,5	121,2	120,8

*Comprende procesos industriales y uso de productos

- **Procesos industriales**

Dentro de la categoría Procesos industriales se encontró que las emisiones relativas asociadas a la industria de Pulpa y papel ocuparon el 88,0% mientras que las asociadas a la industria Mineral lo hicieron en un 12,0% en 2017. En ambos casos los porcentajes se mantuvieron prácticamente constantes desde 2015. Las emisiones de los procesos asociados a la producción de Metales se encontraron por debajo de 0,1 % en todos los años (Tabla 21).

Tabla 21: Emisiones de BC (t) por actividad, categoría Procesos industriales.

Categoría	2015	2016	2017
Minerales	4,7	4,8	5,8
Metales	5,3E-03	4,7E-03	4,8E-03
Pulpa y papel	34,2	41,4	42,8
Total	39,0	46,2	48,7

Dentro de la industria de los Minerales se observó en 2017 que las emisiones asociadas a la producción de Cemento ocuparon 53,4%, mientras que el uso de asfalto para la pavimentación de carreteras (incluyendo otras actividades como impermeabilizaciones) ocupó el 37,0% y la producción de Cal el 9,6%.

- **Agricultura**

Por otra parte, dentro de la categoría Agricultura las emisiones de BC estuvieron asociadas únicamente a la Quema de residuos agrícolas (caña de azúcar).

4.2.2 TSP

Las emisiones de TSP se estimaron en 26457,6 t; 27837,1 t y 29223,1 t para los años 2015, 2016 y 2017 respectivamente (Tabla 22).

El sector Demanda de energía representó el 72,2% del total de emisiones en el año 2017, seguido del No energético (24,7%) y en menor proporción la Transformación de energía (3,0%).

Tabla 22: Emisiones de TSP (t) por sector.

Sector	2015	2016	2017
Demanda	20228,4	20752,5	21108,9
Transformación	875,1	889,1	890,4
No energético	5354,1	6195,6	7223,8
Total	26457,6	27837,1	29223,1

Si se discriminan las emisiones por sector, se observa que predominan las fuentes energéticas llegando a 75,3% para el año 2017. En el periodo considerado, el aporte de estas fuentes disminuyó 4,5%.

Se observó en el periodo 2015 – 2017 un aumento de las emisiones absolutas de TSP del 10,5%, fundamentalmente debido al aumento en las emisiones del sector No energético principalmente en la industria Mineral y de Pulpa y papel dentro de la categoría Procesos industriales.

De la misma forma que se analizó para el BC en relación a los combustibles, es posible desagregar el 75,3% de las emisiones de las fuentes energéticas en los energéticos asociados, sabiendo que el restante 24,7% corresponde al sector No energético.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta solamente los combustibles, la mayor incidencia la tiene el consumo de Leña, mayormente de la categoría Residencial. Las emisiones por su quema permanecen prácticamente invariables en el periodo considerado, ocupando más del 50% en cada uno de los 3 años estudiados (54,3% en 2017). Estos resultados se resumen en la Tabla 23.

Tabla 23: Emisiones de TSP (t) por energético.

Energético	2015	2016	2017
Gas natural	1,9	2,1	2,0
Gasoil	1041,0	1041,4	1053,1
Leña	11847,4	11926,3	11955,1
Gasolina de aviación	-	0,3	0,3
Residuos de biomasa	7476,2	7915,8	8264,3
Gasolina	204,4	195,4	197,5
GLP	5,3	5,8	5,3
Gas propano	1,1	1,3	1,1
Queroseno	0,4	0,5	0,4
Fuel Oil	264,6	268,5	175,7
Carbón mineral y coque	0,5	1,0	0,00E+00
Coque de petróleo	258,3	280,1	343,2
Jet A	-	0,3	0,3
Gas de refinería	2,4	2,7	1,1
Total	21103,5	21641,5	21999,3

4.2.2.1 Sector Demanda

Para todos los años la principal categoría de emisiones de la Demanda fue la Residencial seguida de la Industrial. Las variaciones observadas para la categoría Residencial muestran una disminución en la participación de este sector de 1,9% pasando de 48,4% a 46,6% de 2015 a 2017 mientras que la categoría Industrial aumentó 2,3%, pasando de 43,2% a 45,5% en el mismo período. El Transporte se mantuvo aproximadamente constante, disminuyendo 0,1% en ese lapso mientras que el consumo propio lo hizo un 0,2% (Tabla 24).

Tabla 24: Emisiones de TSP (t) por categoría, sector Demanda.

Categoría	2015	2016	2017
Residencial	9799,1	9836,2	9835,0
Comercial Servicios	170,3	172,6	170,0
Industrial	8734,3	9205,2	9596,1
Actividades primarias	478,0	480,0	486,1
Transporte	974,1	975,4	987,4
Consumo propio	72,6	83,2	34,3
Total	20228,4	20752,5	21108,9

- **Residencial**

Dentro de la categoría Residencial la principal fuente de emisiones fue la Leña (97,3%) seguida marginalmente por el uso de Residuos de biomasa (2,6%).

Las principales actividades emisoras fueron la Calefacción (59,1%) seguido la Cocción (36,8%) (Tabla 25).

Tabla 25: Emisiones de TSP (t) por actividad, categoría Residencial.

Actividad	2015	2016	2017
Iluminación	0,1	0,1	4,5E-02
Cocción	3606,3	3616,7	3616,3
Calentamiento de agua	398,4	408,8	408,6
Calefacción	5793,7	5810,0	5809,4
Conservación de alimentos	6,9E-03	7,8E-03	7,3E-03
Otros artefactos	0,6	0,7	0,7
Total	9799,1	9836,2	9835,0

- **Comercial - Servicios**

Las emisiones de la categoría Comercial Servicios responden al uso para Cocción, Calefacción y Calentamiento de agua para el año 2017 (55,7%, 23,8% y 18,5% respectivamente) siendo la Leña la principal fuente de emisión de TSP ya que ocupa el 92,5% de las emisiones para ese año (Tabla 26).

Tabla 26: Emisiones de TSP (t) por actividad, categoría Comercial Servicios.

Actividad	2015	2016	2017
Iluminación	1,0E-04	1,0E-04	1,0E-04
Cocción	94,6	94,6	94,6
Calentamiento de agua	31,3	33,2	31,4
Calefacción	40,6	41,1	40,4
Conservación de alimentos	7,7E-03	7,7E-03	7,7E-03
Bombeo de agua	8,6E-04	8,3E-04	8,3E-04
Otros Artefactos	0,6	0,7	0,6
Transporte Interno	3,1	3,0	3,0
Total	170,3	172,6	170,0

- **Industrial**

Para la categoría Industrial, la principal fuente de emisiones de TSP se encuentra en la Generación de vapor (en el entorno de 91%) que si bien presentó un aumento en el valor absoluto de sus emisiones entre 2015 y 2017 el porcentaje relativo frente a los otros usos dentro de esta categoría se mantuvo relativamente constante (Tabla 27).

Tabla 27: Emisiones de TSP (t) por actividad, categoría Industrial.

Actividad	2015	2016	2017
Vapor	7965,0	8387,9	8726,7
Calor directo	744,8	792,0	844,6
Fuerza motriz	1,8	1,8	1,8
Transporte interno	22,6	23,4	22,9
Otros artefactos	0,1	0,1	0,1
Total	8734,3	9205,2	9596,1

Los principales energéticos consumidos en la Industria son el Residuo de biomasa y la Leña. Mientras que las emisiones por el uso de Residuos de biomasa aumentaron en casi 800 t de 2015 a 2017, su ocupación se mantuvo prácticamente incambiada, siendo en 2017 solo 0,8% más que en 2015.

Los Residuos de biomasa contribuyeron con un 83,5% de las emisiones en 2017, seguido por la Leña, con un aporte de 11,6%. La ocupación de este último tuvo un leve descenso en el periodo (1,2 %) (Tabla 28).

Tabla 28: Emisiones de TSP (t) por energético, categoría Industrial.

Energético	2015	2016	2017
Gas natural	0,4	0,4	0,5
Residuos de biomasa	7222,2	7661,2	8009,8
Gasoil	25,6	26,6	26,1
Gasolina	0,1	0,1	0,1
GLP	0,3	0,1	0,1
Gas propano	0,7	0,7	0,5
Leña	1111,0	1105,9	1109,1
Fuel Oil	129,6	145,4	113,5
Carbón mineral y coque	0,5	1,0	-
Coque de petróleo	244,0	263,7	336,4
Total	8734,3	9205,2	9596,1

- **Actividades primarias**

Dentro de las Actividades primarias las emisiones provenientes de la Pesca significaron un 0,1% del total.

Analizando esta categoría por energético, las emisiones por combustión de Leña representaron 51,3% del total en 2017. Por otra parte, las emisiones debidas al uso del Gasoil fueron un 47,7% del total de ese año (Tabla 29).

Tabla 29: Emisiones de TSP (t) por energético, categoría Actividades primarias.

Energético	2015	2016	2017
Gasolina aviación	-	0,3	0,3
Gasoil	224,4	225,7	231,6
Gasolina	3,5	3,6	3,9
Gas propano	0,2	0,4	0,2
Leña	249,1	249,1	249,1
Fuel Oil	0,8	0,6	0,6
Jet A	0,0E+00	0,3	0,3
Total	478,0	480,0	486,1

- Transporte

En el caso del Transporte también debe considerarse que el transporte Aéreo los combustibles utilizados no cuentan con FE de TSP, por lo que en este caso las estimaciones también se realizaron únicamente para el Carretero, Ferroviario y Fluvial. Para estas tres subcategorías las emisiones de TSP en 2017 se distribuyen de la siguiente manera: 97,0%; 0,1% y 2,9% respectivamente (Tabla 30).

En esta categoría, el combustible predominante asociado a las emisiones fue el Gasoil (79,5%) seguido por la Gasolina (19,6%).

Tabla 30: Emisiones de TSP (t) por actividad, categoría Transporte.

Actividad	2015	2016	2017
Carretero	943,0	945,9	957,5
Ferroviario	2,5	1,3	1,3
Fluvial	28,6	28,1	28,6
Total	974,1	975,4	987,4

Aéreo no se estima (EMEP/EEA 2019).

Considerando la mencionada subdivisión dentro del transporte Carretero, las emisiones se distribuyeron de forma equitativa entre el transporte de Pasajeros y Carga y de Carga Pesada en el periodo evaluado (Tabla 31).

Tabla 31: Emisiones de TSP (t) por tipo, actividad Transporte carretero.

Tipo	2015	2016	2017
Pasajeros y Carga	464,1	466,0	500,9
Carga pesada	478,9	479,9	456,6
Total	943,0	945,9	957,5

Para el transporte de Pasajeros y Carga las emisiones de TSP también provienen mayoritariamente del uso del Gasoil. Éstas representaron el 61,5% de las emisiones en 2017, con un aumento del 4,6% respecto al año 2015 (Tabla 32).

Tabla 32: Emisiones de TSP (t) por energético, tipo Pasajeros y Carga.

Energético	2015	2016	2017
Gasoil	263,7	274,7	307,9
Gasolina	200,4	191,2	193,1
Total	464,1	466,0	500,9

Al desglosar el transporte de Pasajeros y Carga por modo, se encuentra la distribución de la Tabla 33, en la que se observa que la mayoría de las emisiones de TSP provienen de los Birrodados (evolucionan de 40,6% en 2015 a 35,8% en 2017), seguido por las Camionetas (aumentan de 22,4% en 2015 a 23,9% en 2017), los Ómnibus (se mantienen en el entorno del 15,5% a lo largo de los tres años) y los Automóviles, que se ubican en el entorno de 10% para los tres años del período.

Tabla 33: Emisiones de TSP (t) por modo, tipo Pasajeros y Carga.

Modo	2015	2016	2017
Automóvil	47,6	49,9	54,5
Camionetas	104,0	108,9	119,5
Taxis y Remises	21,5	21,6	30,2
Otros livianos	31,6	35,9	39,4
Ómnibus	71,1	71,2	78,0
Birrodados	188,2	178,4	179,3
Total	464,1	466,0	500,9

Dentro de la Carga Pesada la principal fuente de emisiones de TSP fueron los tractores con 63,2% en 2017 debido fundamentalmente al consumo de Gasoil (más del 99 % de las emisiones asociadas a este combustible) (Tabla 34).

Tabla 34: Emisiones de TSP (t) por modo, tipo Carga pesada.

Modo	2015	2016	2017
Camiones	172,5	174,6	168,1
Tractores	306,4	305,3	288,4
Total	478,9	479,9	456,6

4.2.2.2 Sector Transformación

Los resultados del sector transformación pueden verse en la Tabla 22. En este caso, las emisiones de TSP no muestran una disminución en términos absolutos para el período estudiado.

Si se analiza este sector por energético, predominan las emisiones asociadas al consumo de Leña (87,1%) seguido por el Gasoil (7,9%), el Fuel Oil (4,9%) y por el Gas natural con un porcentaje menor al 1% (Tabla 35).

Tabla 35: Emisiones de TSP (t) por energético, sector Transformación.

Modo	2015	2016	2017
Gas natural	-	-	7,29E-02
Gasoil	14,6	6,6	3,1
Leña	793,2	841,3	866,9
Fuel Oil	67,3	41,2	20,3
Total	875,1	889,1	890,4

4.2.2.3 Sector No Energético

Similar a lo encontrado para el BC, para todos los años las emisiones de TSP dentro del sector No energético fueron predominantemente de los Procesos industriales y el uso de productos, seguido por las Quemas de vegetación y por la categoría Agricultura. En el primer caso, el peso relativo de las emisiones pasó de 71,9% (2015) a 80,1% (2017). Las emisiones de las Quemas de vegetación mantuvieron constante su valor absoluto, evolucionando de 16,3% (2015) a 12,1% (2017) y las provenientes de la categoría Agricultura disminuyeron de 11,9% a 7,8% en el mismo período. Por último, las emisiones de los Residuos estuvieron por debajo del 1 % durante los tres años. Estos resultados se resumen en Tabla 36.

Tabla 36: Emisiones de TSP (t) por categoría, sector No energético.

Categoría	2015	2016	2017
Procesos industriales*	3847,2	4726,8	5787,0
Agricultura	635,3	597,2	565,3
Residuos	0,1	0,1	0,1
Quema de vegetación	871,5	871,5	871,5
Total	5354,1	6195,6	7223,8

*Comprende procesos industriales y uso de productos

- **Procesos industriales**

Dentro de la categoría Procesos industriales se encuentra que las emisiones relativas asociadas a la industria Mineral aumentaron de 44,3% en 2015 a 53,7% en 2017 mientras que, en contraposición, las correspondientes a la industria de Pulpa y papel disminuyeron de 55,6% en 2015 a 46,2% en 2017. Las emisiones de los procesos asociados a la producción de Metales se encontraron por debajo de 0,1 % en todos los años (Tabla 37).

Tabla 37: Emisiones de TSP (t) por actividad, categoría Procesos industriales.

Categoría	2015	2016	2017
Minerales	1705,9	2139,6	3109,5
Metales	2,1	1,9	1,9
Pulpa y papel	2139,2	2585,3	2675,6
Total	3847,2	4726,8	5787,0

Dentro de la industria Mineral se observó en 2017 que las emisiones asociadas a la producción de cal ocuparon el 50,6% del total, mientras que el uso de asfalto para la pavimentación de carreteras (incluyendo otras actividades como impermeabilizaciones) ocupó el 42,7% y el cemento 6,7%.

- **Agricultura**

Por otra parte, dentro de la categoría Agricultura se observó que durante el período estudiado el porcentaje de emisiones de TSP asociados a las actividades de Cría de animales ocupó el 55,4% en 2017 mientras que lo emitido por la Quema de residuos agrícolas (caña de azúcar) ocupó el restante 44,6%.

5. Comparación con inventarios previos

Como fue explicado en 2.2.1, Uruguay cuenta con sendos trabajos de inventario de distintos contaminantes atmosféricos.

El Inventario de emisiones atmosféricas desarrollado por el IMFIA de la FING para el año 2015 es un documento que cuenta con estimaciones de TSP entre otros parámetros de interés. Por otra parte, Uruguay también cuenta con un inventario de BC para el año 2010 (Tabla 38).

Tabla 38: Disponibilidad de información de BC y TSP a partir de inventarios.

Año	BC	TSP
2006	No	Si ⁽³⁾
2010	Si ⁽¹⁾	No
2015	Si ⁽²⁾	Si ^{(2) (4)}
2016	Si ⁽²⁾	Si ⁽²⁾
2017	Si ⁽²⁾	Si ⁽²⁾

(1) Estudio preliminar para la cuantificación de Black Carbon en Uruguay (Año base 2010).

(2) Cuantificación de carbono negro y material particulado total en Uruguay. Años 2015, 2016 y 2017.

(3) Inventario de Emisiones Atmosféricas 2006 (FING – Dinama).

(4) Inventario de Emisiones Atmosféricas 2015 (FING – Dinama).

Si bien no es posible vincular los resultados de este inventario con resultados de inventarios previos debido a que se utilizaron metodologías diferentes, igualmente se realiza una comparación para observar tendencias en la evolución de las estimaciones.

En el caso del BC, se observa que la evolución de los valores estimados es al alza, aumentando 2,8% de 2010 a 2015 y posterior a ese año aumentos respectivos interanuales de 1,6% y 0,2%, lo que muestra una tendencia a la estabilización de las emisiones hacia los años más recientes (Figura 16, izquierda). Esto puede ser consecuencia o bien de pocas variaciones en las actividades a partir de las cuales se calculan estos valores o bien por limitaciones en la información sobre DA.

Por su parte, para el TSP también se observa una tendencia creciente. Tomando en cuenta únicamente las estimaciones obtenidas a partir de la metodología utilizada para el presente inventario, se observan incrementos anuales del entorno de 5% entre 2015 y 2017. Por otra parte, si se toman en cuenta los resultados obtenidos con los inventarios de FING se observa que la estimación para 2015 tuvo un aumento de 59,0% respecto al valor obtenido para 2010 (Figura 16, derecha).

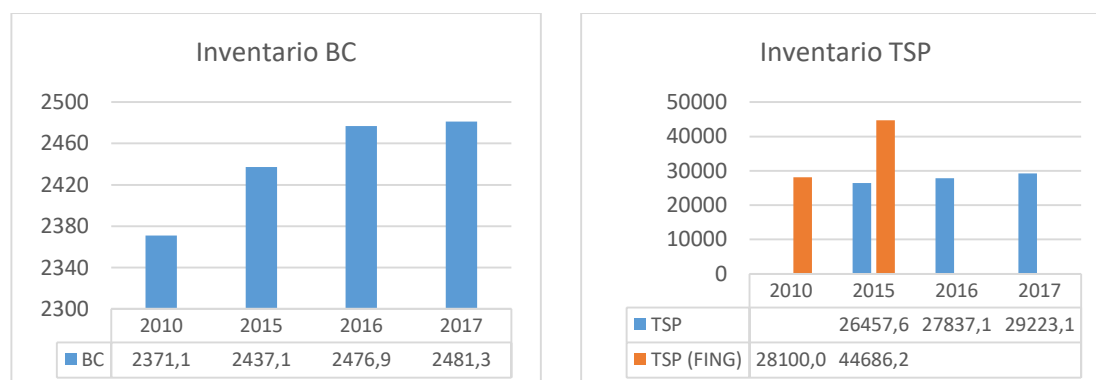


Figura 16: Evolución de emisiones estimadas (t) para BC (izquierda) y TSP (derecha). Para TSP, en azul valores obtenidos con el actual inventario, en anaranjado valores obtenidos con inventario FING.

El año 2015 es el único año donde es posible comparar los resultados obtenidos con uno y otro inventario, ya que es el único para el que se cuentan con emisiones de TSP logradas a través del inventario de FING y el presente trabajo. En ese año, se observa una diferencia importante (41,1%) entre la estimación obtenida por cada uno de estos trabajos. Si bien ambos trabajos están basados en metodologías que aplican FE a DA, la diferencia radica en el uso de distintos FE (por distintas fuentes o utilización de FE más actuales) y en la consideración de sistemas de abatimiento, algo que se tomó en cuenta para algunos rubros en el presente inventario mientras que no se tomaron en cuenta en el inventario de FING 2015. Además, el nivel de desagregación y diferencias en los DA contribuyen a las diferencias observadas.

Por último, es consistente la fracción de BC respecto al TSP encontradas para el período 2015 – 2017, valor que se encuentra entre 8,5 y 9,2%.

6. Verificación del modelado del Área LEAP

Para verificar el modelo elaborado en LEAP y la consistencia de los DA cargados para el cálculo de las estimaciones se compararon los resultados de emisiones obtenidos para GEI directos (CO₂, CH₄ y N₂O) a través de LEAP con los resultados obtenidos para estos gases en el INGEI 2017 (Tabla 39).

Para este análisis, se tuvieron en cuenta todos los sectores y subsectores donde se contaba con DA en ambos ejercicios de inventario, de manera de lograr mayor precisión en la determinación de la discrepancia.

Tabla 39: Discrepancia entre estimaciones de emisiones de GEI directos.

GEI	Inventario actual (kt)	INGEI 2017 (kt)	Discrepancia (%)
CO ₂	6543,6	6352,0	3,0
CH ₄	797,5	787,0	1,3
N ₂ O	25,8	28,6	9,9

Se encontró que para el N₂O la discrepancia es la mayor para los tres GEI analizados, siendo 9,9% ya que no se incluyeron en el modelo de LEAP todas las subcategorías de AFOLU que contribuyen a este gas. Para los restantes GEI las discrepancias se encontraron muy por debajo de este valor. Estas discrepancias, que pueden obedecer a diferencias mínimas en consideraciones o simplificaciones efectuadas al modelar el proceso en el Área LEAP, permiten validar el modelo utilizado en el proceso de estimación de emisiones de BC y TSP a partir del presente inventario.

7. Escenarios y proyecciones

A partir del Área generada para el cálculo de estimaciones de BC y TSP se construyeron escenarios de mitigación de emisiones con el software LEAP, lo que permitió observar la proyección de las emisiones bajo distintos supuestos. A continuación, se describen los principales aspectos considerados para la elaboración de los escenarios y la proyección de emisiones.

7.1 Construcción de escenarios

La construcción de los escenarios se llevó a cabo en Montevideo, en Julio 2019, en un taller con la participación de técnicos del MIEM, MGAP, ANCAP, y MA. Este taller, que fue realizado con apoyo de la CCAC a través de su iniciativa SNAP, contó con la presencia de técnicos del SEI. Así, fue posible desarrollar el Área LEAP utilizada para la realización de este inventario y la confección de escenarios para estimar la proyección de emisiones.

A partir de lo obtenido por el grupo de trabajo detallado en Figura 5, el Área fue depurada por los técnicos del SEI y sobre ese archivo se configuraron las proyecciones y los escenarios a estudiar.

7.1.1 Variables explicativas

El modelado del sector Demanda y Transformación fue realizado por técnicos de la DNE – MIEM.

En el sector Demanda, los consumos proyectados se calcularon multiplicando la intensidad energética de cada año por el correspondiente valor de la variable explicativa. Así, la evolución de estas variables determina la evolución del consumo energético en cada sector.

En la categoría Residencial, el consumo energético está determinado por el número de hogares y por el ingreso de los hogares. Utilizando el PIB como *proxy* de los ingresos, se observa que existe una relación positiva entre el consumo energético residencial y el PIB.

El VAB sectorial se utilizó como variable explicativa en el caso de las categorías Comercial Servicios, Industrial y Actividades primarias.

En la categoría Transporte no todas las subcategorías y modos de transporte tienen un *driver* explícito. En transporte Carretero los consumos futuros se desprenden de la proyección del parque vehicular. Por su parte, en los Camiones y Tractores la proyección del parque se realiza con el PIB. Para Ómnibus, Taxis y Remises, las proyecciones se realizan teniendo en cuenta las últimas tendencias de la variación de tasas habitantes/vehículo y otros indicadores. Dentro de Automóviles, Camionetas, Otros livianos y Birrodados las proyecciones se realizan mediante un modelo cuyos parámetros se ajustan con valores históricos realizado por la DNE.

Para las actividades Fluvial y Aéreo, se toma al PIB como variable explicativa del consumo mientras que para lo Ferroviario la proyección se ajusta de acuerdo a la demanda de tonelada-kilómetro (tkm) proyectada.

En el sector No energético, las emisiones de la categoría Industrial se calculan siguiendo la proyección del VAB Industrial (salvo los Solventes que obedecen la tendencia del VAB del rubro Comercial y Servicios).

Para Agricultura se toma como variable de evolución el VAB de las Actividades primarias. Por su parte, en la categoría Residuos podemos encontrar que las emisiones asociadas a la quema de residuos en hornos industriales responden a la tendencia del VAB industrial.

La quema de pajonales se considera que permanece constante en el tiempo por falta de información.

7.1.2 Escenarios socioeconómicos

El escenario socioeconómico comprende las proyecciones de las variables explicativas o *drivers* de la demanda. Para el PIB se tomó la proyección elaborada por DNE⁵ en base a las tasas de largo plazo de los escenarios de estructura productiva, competitividad y crecimiento Uruguay 2035 y datos de encuestas de expectativas del BCU y otros.

La proyección de la población se toma del INE y el número de hogares de Centro de Investigaciones Económicas (CINVE) (ver ANEXO B).

7.1.3 Escenario tendencial

El escenario tendencial proyecta los consumos actuales teniendo en cuenta las proyecciones de las variables determinantes sin plantear cambios significativos dentro de la estructura de los sectores. Se tienen en cuenta sin embargo cambios debido a inversiones planificadas para su ingreso en el corto plazo y cambios que se vienen dando en el último período como por ejemplo el ingreso de un mayor número de aires acondicionados debido a un mayor acceso a esta tecnología, ya sea por mejora en los ingresos de los hogares como por los precios propiamente de la tecnología que han ido a la baja.

Este escenario recoge por lo tanto las medidas de política anteriores al tomar los valores de BEN cerrados a la fecha de realización del estudio (2015, 2016, 2017), pero no incorpora las medidas de política a implementarse en el futuro ya que las mismas serán consideradas en los demás escenarios elaborados tomando como base el tendencial.

En suma, se puede decir que el escenario tendencial de cada set considera las medidas de política implementadas previas al 2015 – 2017, dado que se toma como base datos el BEN cerrado, pero no incorpora las medidas de política a implementar; éstas son evaluadas en los escenarios a contrastar.

7.1.4 Escenarios CDN y prospectiva

Los escenarios trabajados surgen de lo establecido en la Primera CDN y en el Informe de prospectiva energética 2018 de la DNE – MIEM.

7.1.4.1 Incondicional

Los escenarios incondicionales son los compromisos asumidos por el país que no dependen de asistencia externa. Los escenarios considerados se detallan en la Tabla 40.

⁵ Las proyecciones utilizadas son previas a la aparición de la pandemia por Coronavirus.

Modelados estos escenarios en conjunto, se obtuvo que las emisiones evitadas de BC en 2035 serían el 0,9% respecto al escenario tendencial, mientras que las evitadas de TSP son el 0,7% respecto al mismo escenario. Estos resultados se obtienen al considerar los escenarios de la Tabla 40 de manera simultánea.

Tabla 40: Escenarios considerados bajo la hipótesis incondicional.

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
1	Primera CDN	Implementación del etiquetado obligatorio de eficiencia energética en vehículos livianos a combustión a 2025. Para este escenario se supuso el aumento de 5% en la eficiencia del uso de combustible obtenida de 2025 a 2035 a efectos de la modelación.
2	Primera CDN	Introducción de vehículos eléctricos en el transporte público: 15 ómnibus y 150 taxis a 2025
	Prospectiva de la demanda energética 2018	Objetivo de 770 taxis/remises eléctricos y 6548 taxis/remises a gasolina para 2035. Objetivo de 296 ómnibus eléctricos en Montevideo a 2035.
3	Primera CDN	Introducción de vehículos eléctricos utilitarios: 150 unidades a 2025.
	Prospectiva de la demanda energética 2018	Objetivo de 1911 vehículos eléctricos dentro de otros livianos para 2035.
4	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Iluminación: -Electricidad: Mejora de 44 % al 2030 y 59 % al 2040 en la eficiencia global del parque de luminarias, incluido alumbrado público (100% LED al 2030). No se considera meta de alumbrado público.
5	Prospectiva de la demanda energética 2018	Residencial – Calefacción: -Electricidad: Etiquetado de equipos de aire acondicionado: mejora en la eficiencia global del parque al 2030 de 21 % y 33% al 2040. - Residuos de biomasa: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas alcanzando 0% de participación al 2020 (gradualmente por GLP: plan canasta, etc.) -Keroseno: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas alcanzando 0% de participación al 2020 (gradualmente por GLP: plan canasta, etc.)

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
6	Prospectiva de la demanda energética 2018	Residencial – Conservación de alimentos: -Electricidad: Etiquetado de heladeras y refrigeradores: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 10 % y al 2035 de 15 % -GLP: Medidas de acceso universal: acceso a fuentes más modernas (por electricidad, gradualmente alcanzando participación 0 % al 2020 por meta de 100% de electrificación). Refrigeración y Ventilación -Electricidad: Etiquetado de equipos de aire acondicionado: mejora en la eficiencia global del parque al 2030 23 % y al 2040 de 30 %.

7.1.4.2 Condicional

Los escenarios condicionales son los compromisos asumidos por el país en su CDN sujetos a medios de implementación adicionales específicos. Los escenarios de la Tabla 41 se consideraron en conjunto dentro de este supuesto.

En un análisis similar al realizado para los supuestos incondicionales, bajo los escenarios asociados a compromisos condicionales se obtuvo que las emisiones evitadas de BC a 2035 serían de 14,4% respecto a la proyección tendencial, mientras que las emisiones de TSP en el mismo entendido serían 11,4% menos que el escenario tendencial. Al igual que en el caso incondicional, estos resultados se obtienen al considerar los escenarios de la Tabla 41 de manera simultánea.

Tabla 41: Escenarios considerados bajo la hipótesis condicional.

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
7	Primera CDN	Aumento de la incorporación de biocombustibles: 10% de mezcla de bioetanol en naftas y 7% de mezcla de biodiesel en gasoil a 2025.
8	Primera CDN	Ampliación de introducción de vehículos eléctricos en el transporte público: 110 ómnibus y 550 taxis a 2025.
	Prospectiva de la demanda energética 2018	Objetivo de 2311 taxis/remises eléctricos y 5008 taxis/remises a gasolina para 2035. Objetivo de 710 ómnibus eléctricos en Montevideo a 2035.
9	Primera CDN	Ampliación de la introducción de vehículos eléctricos utilitarios: 900 unidades a 2025.
	Prospectiva de la demanda energética 2018	Objetivo de 2490 vehículos eléctricos dentro de otros livianos para 2035.
10	Primera CDN	Sustitución del 5% de la flota de vehículos particulares livianos por vehículos eléctricos a 2025
	Prospectiva de la demanda energética 2018	Objetivo de 82577 automóviles eléctricos para 2035

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
11	Primera CDN	Establecimiento de un laboratorio de ensayo vehicular de eficiencia energética y emisiones gaseosas (incluyendo material particulado) a 2025. Mejora del 5% en la eficiencia para 2030.
12	Prospectiva de la demanda energética 2018	Residencial – Iluminación: -Electricidad: Etiquetado de lámparas: mejora de 20% al 2020 y 45% al 2035 en la eficiencia global del parque de luminarias. Se alcanza 100% LED al 2030. -GLP y Keroseno: Medidas de acceso universal: acceso a fuentes modernas (por electricidad, alcanzando 100% de electrificación al 2020).
13	Prospectiva de la demanda energética 2018	Residencial – Cocción: -Keroseno y Gas propano: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas (gradualmente por GLP, participación 0 % en 2020). -GLP y Gas Natural: Ingreso al sistema de etiquetado de gasodomésticos, mejora global de 14 % al 2025 y 20 % al 2035 en la eficiencia global del parque de artefactos
14	Prospectiva de la demanda energética 2018	Residencial – Calentamiento de Agua: -Solar: Ingreso al sistema de etiquetado a partir del 2025, mejora de 3 % al 2035 en la eficiencia global del parque de artefactos. Plan solar: superficie total instalada en 2025 145256 m ² y en 2035 219361 m ² ; con participación 65 % y 58 % del sector residencial respectivamente. -Electricidad: Etiquetado de termotanques: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 de 8% y 13% al 2035. -Leña y Keroseno: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas (gradualmente por solar y electricidad llegando a participación 0 % en 2020. Como consecuencia del plan solar y 100% de electrificación). -Gas propano y GLP: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas (gradualmente por solar y electricidad llegando a participación 0 % en 2020. Como consecuencia del plan solar y 100% de electrificación).

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
15	Prospectiva de la demanda energética 2018	<p>Residencial – Calefacción:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Otras medidas de eficiencia: mejora de la intensidad energética útil en 2% al 2025 y 4% al 2035 por mejoras en la envolvente térmica de las edificaciones (mejoras constructivas, aislación, aberturas, etc.), afecta a todas las fuentes. -Electricidad: Etiquetado de equipos de aire acondicionado: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 de 21 % y 33% al 2035. -Residuos de biomasa: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas alcanzando 0% de participación al 2020 (gradualmente por GLP: plan canasta, etc.) -Leña: Promoción de tecnologías más eficientes: mejora en eficiencia del uso en un 21% al 2025 y 69% al 2035. Al 2035 casi la totalidad de las estufas tipo hogar tiene algún tipo de cerramiento, ha aumentado significativamente la cantidad de estufas de doble combustión (eficientes). -Keroseno: Medidas de acceso universal: sustitución por fuentes más modernas alcanzando 0% de participación al 2020 (gradualmente por GLP: plan canasta, etc.)
16	Prospectiva de la demanda energética 2018	<p>Residencial – Conservación de alimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Etiquetado de heladeras y refrigeradores: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 10 % y al 2035 de 15 % -GLP: Medidas de acceso universal: acceso a fuentes más modernas (por electricidad, gradualmente alcanzando participación 0 % al 2020 por meta de 100% de electrificación). <p>Residencial – Refrigeración y ventilación</p> <ul style="list-style-type: none"> -Otras medidas de eficiencia: mejora en la intensidad energética útil en 3 % al 2025 y 7 % al 2035 por mejoras en la envolvente térmica de las edificaciones (mejoras constructivas, aislación, aberturas, etc.), afecta a todas las fuentes. -Electricidad: Etiquetado de equipos de aire acondicionado: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 23 % y al 2035 de 30 %.
17	Prospectiva de la demanda energética 2018	<p>Residencial – Bombeo de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Otras medidas de eficiencia: (introducción de variadores de frecuencia, etc.) mejora en la eficiencia global del uso al 2025 1 % y al 2035 de 3 %.
18	Prospectiva de la demanda energética 2018	<p>Residencial – Otros artefactos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Electricidad: Etiquetado de otros electrodomésticos: mejora en la eficiencia global del uso al 2025 3 % y al 2035 de 7 %.

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
19	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Iluminación: -Electricidad: Etiquetado: mejora de 44 % al 2025 y 59 % al 2035 en la eficiencia global del parque de luminarias, incluido alumbrado público (100% LED al 2030). -Keroseno y GLP: Medidas de acceso universal: acc.eso a fuentes más modernas (por electricidad, alcanzando 100% de electrificación al 2020).
20	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Calentamiento de agua: -Solar: Ingreso al sistema de etiquetado a partir del 2025, mejora de 3 % al 2025 y 11% al 2035 en la eficiencia global del parque de artefactos. Plan solar: superficie total instalada en 2025 145256 m2 y en 2035 219361 m2; con participación 32 % y 37 % del sector CyS respectivamente (sustituye electricidad). -Electricidad: Etiquetado de termotanques: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 de 8% y 25% al 2035.
21	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Conservación de alimentos: -Electricidad: Etiquetado de heladeras y refrigeradores: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 21 % y al 2035 de 26 %. -Keroseno: Medidas de acceso universal: acceso a fuentes más modernas (por electricidad, gradualmente alcanzando participación 0 al 2020 por meta de 100% de electrificación). Comercial, Servicios y Sector Público – Refrigeración y Ventilación -Electricidad: Etiquetado de equipos de aire acondicionado: mejora en la eficiencia global del parque al 2025 20 % y al 2035 de 25 %.
22	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Bombeo de agua: -Electricidad y Biodiesel: Otras medidas de eficiencia: (introducción de variadores de frecuencia, etc.) mejora en la eficiencia global del uso al 2025 1 % y al 2035 de 3 %. Gasoil: Medidas de acceso universal: acceso a fuentes más modernas (por electricidad, alcanzando 100% de electrificación al 2020).
23	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Fuerza Motriz: -Electricidad: Otras medidas de eficiencia: (introducción de variadores de frecuencia, etc.) mejora en la eficiencia global del uso al 2025 1 % y al 2035 de 3 %.

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
24	Prospectiva de la demanda energética 2018	Comercial, Servicios y Sector Público – Otros artefactos: Electricidad: Etiquetado de otros artefactos: mejora en el rendimiento global del uso al 2025 5 % y al 2035 de 7 %.
25	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Iluminación: -Electricidad: Etiquetado: mejora de 48 % al 2025 y 62 % al 2035 en la eficiencia global del parque de luminarias (100% LED al 2030).
26	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Vapor: -Otras medidas de eficiencia: mejora en sistemas de generación y distribución de vapor. Impacta a todas las fuentes ya que modifica la intensidad energética útil. Se asumen los siguientes ahorros: - Gen vapor: 3% (2020); 6% (2025); 8% (2030); 10% (2035); - Distribución de vapor: 6% (2020); 12% (2025); 16% (2030); 20% (2035) – Ahorro total: se suman ambos ahorros.
27	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Calor Directo: -Otras medidas de eficiencia: (mejoras en la aislación de hornos, etc.), se asume de manera conservadora se alcanza un 15% al 2035.
28	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Fuerza Motriz: -Electricidad: Otras medidas de eficiencia: (introducción de variadores de frecuencia, etc.) mejora en la eficiencia global del uso al 2025 2 % y al 2035 de 6 %.
29	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Frío de proceso: -Electricidad: Otras medidas de eficiencia: (mejora en sistemas de generación y distribución de frío) mejora en la Intensidad Energética Útil (IEU) al 2025 4 % y al 2035 de 6 %
30	Prospectiva de la demanda energética 2018	Industria (Resto) – Otros artefactos: -Solar: Plan solar: superficie total instalada en 2025 157776 m2 y en 2035 207406 m2; con participación 3 % y 5 % del sector Industrial (sustituye electricidad). Plan solar: menor penetración que eficiencia; superficie total instalada en 2025 145256 m2 y en 2035 219361 m2; con participación 3 % y 5 % del sector Industria respectivamente (sustituye electricidad).
31	Prospectiva de la demanda energética 2018	Actividades primarias (Resto) – Iluminación: -Electricidad: Etiquetado: mejora de 48 % al 2025 y 62 % al 2035 en la eficiencia global del parque de luminarias (100% LED al 2030).

Identificación del escenario	Fuente	Medida de mitigación o Política de eficiencia
32	Prospectiva de la demanda energética 2018	Actividades primarias – Fuerza motriz móvil: -Biodiesel y Gasoil: Otras medidas de eficiencia: mejora de 8 % al 2025 y 15 % al 2035 en la eficiencia global del parque por recambio de maquinaria agrícola.
33	Prospectiva de la demanda energética 2018	Actividades primarias – Frío de proceso: -Electricidad: Otras medidas de eficiencia: (mejora en sistemas de generación y distribución de frío) mejora en la IEU al 2025 4 % y al 2035 de 6 %
34	Prospectiva de la demanda energética 2018	Actividades primarias – Riego y bombeo: -Electricidad: Otras medidas de eficiencia: (introducción de variadores de frecuencia) mejora en la eficiencia global del uso al 2025 1 % y al 2035 de 3 %.

8. Plan de mejoramiento del inventario

Con la información manejada fue posible inventariar las estimaciones de BC y TSP para 2015, 2016 y 2017 a nivel nacional. En esta oportunidad fue posible incorporar algunas mejoras ya detectadas en el ejercicio de inventario de BC con año base 2010, como por ejemplo la desagregación de la categoría Residencial en actividades o la de la categoría Transporte en tipos de vehículo y modos.

De todas maneras se identificaron mejoras potenciales a realizar sobre la información utilizada, lo que fue documentado para incorporar en usos posteriores del Área LEAP o bien para el desarrollo de nuevas actualizaciones de este inventario. Estas oportunidades de mejora en algunos casos persisten del inventario mencionado.

Asimismo, será importante mantener actualizada la información base si se quiere ampliar el estudio a otros parámetros así como trabajar en inventarios posteriores al año 2017. Es importante destacar que todos los años considerados son previos a la situación de pandemia, por lo que es fundamental gestionar correctamente las variables socioeconómicas que son forzantes del escenario tendencial si se pretende desarrollar inventarios o escenarios de mitigación para años posteriores a 2020.

El desarrollo actual logrado para la obtención de este inventario es un insumo importante para el trabajo de escenarios específicos sobre sectores prioritarios, en el marco de la implementación de la Hoja de ruta para la integración de acciones sobre CCVC en políticas, estrategias y programas en Uruguay.

Se detallan en la Tabla 42 las posibles mejoras que pueden repercutir positivamente en la calidad de las estimaciones que puedan obtenerse en la construcción de este inventario.

Tabla 42: Oportunidades de mejora identificadas.

Sector/Categoría	Categoría GEI	Recomendación
Demanda	Energía	- Incluir abatimientos de emisiones. - Mejorar FE.
Ladrillos	Energía	- Incluir la caracterización del sector incorporando datos de relevamiento de emprendimientos, consumo energético, producción. - Obtención de FE para la estimación de sus emisiones.
Transporte	Energía	-Desagregar este rubro por tecnología de vehículo -Obtener FE específicos por tecnología
No energético	IPPU	-Incluir los datos sobre los abatimientos de emisiones en distintos rubros industriales.
Quema de residuos sólidos	Desechos	- Incluir la estimación de emisiones provenientes de la quema abierta de residuos. - Mejorar la información de incineración de residuos y sus abatimientos. - Mejorar FE.
Quema de vegetación	AFOLU	- Mejorar la estimación de este DA para que cuente con su variabilidad correspondiente. - Mejorar los FE, acorde a sus circunstancias nacionales.

Para el presente estudio se consideró únicamente el abatimiento de emisiones de quema de licor negro para generación de vapor. De todas maneras, se tiene conocimiento de que existen instaladas tecnologías de abatimiento para otros combustibles y servicios que no fueron incluidos en el presente estudio por falta de información.

En términos generales, también podría considerarse extender el inventario a través del software LEAP para otros contaminantes para lo que sería necesario definir una metodología de trabajo que permita mantener tanto los DA como los FE, otros datos necesarios y las metodologías actualizadas para su aplicación al momento de la construcción de las estimaciones.

Glosario

AFOLU	-	Agricultura Forestación y Uso del Suelo (<i>Agriculture, Forestry and Land Use</i> por su sigla en inglés)
AP	-	Actividades Primarias
ANCAP	-	Administración Nacional de Cemento Alcohol y Portland
AR	-	Informe de Evaluación del IPCC (<i>Assessment Report</i> por su sigla en inglés)
BC	-	Carbono Negro (<i>Black Carbon</i> por su sigla en inglés)
BCU	-	Banco Central del Uruguay
BEN	-	Balance Energético Nacional
BUR	-	Reporte Bienal de Actualización (<i>Biennial Update Reports</i> por su sigla en inglés)
CCAC	-	Coalición Clima y Aire Limpio (<i>Climate and Clean Air Coalition</i> por su sigla en inglés)
CCVC	-	Contaminantes climáticos de vida corta
CDN	-	Contribución Determinada a nivel Nacional
CINVE	-	Centro de Investigaciones Económicas
CMNUCC	-	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
COP	-	Conferencia de las Partes (<i>Conference of Parties</i> por su sigla en inglés)
CORINAIR	-	<i>Core Inventory Air Emissions</i>
COV	-	Compuestos Orgánicos Volátiles
COVDM	-	Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano
DA	-	Dato de Actividad
DAEE	-	Demanda, Acceso y Eficiencia Energética
DIEA	-	Oficina de Estadísticas Agropecuarias
DINACC	-	Dirección Nacional de Cambio Climático
DINACEA	-	Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental
DINAMA	-	Dirección Nacional de Medio Ambiente
DNA	-	Dirección Nacional de Aduanas
DNE	-	Dirección Nacional de Energía
DNT	-	Dirección Nacional de Transporte
ECH	-	Encuesta Continua de Hogares
EEA	-	Agencia Ambiental Europea (<i>European Environmental Agency</i> por su sigla en inglés)
EMEP	-	Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación de contaminantes atmosféricos (<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i> por su sigla en inglés)
FAO	-	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (<i>Food and Agriculture Organization</i> por su sigla en inglés)
FE	-	Factor de Emisión
FING	-	Facultad de Ingeniería
GdT	-	Grupo de Trabajo
GEI	-	Gases de Efecto Invernadero
GLP	-	Gas Licuado de Petróleo
GNA	-	Gabinete Nacional Ambiental
GWP	-	Potencial de Calentamiento Global (<i>Global Warming Potential</i> por su sigla en inglés)
HFC	-	Hidrofluorocarbonos
IEU	-	Intensidad Energética Útil
IMFIA	-	Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental
INE	-	Instituto Nacional de Estadística
INGEI	-	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	-	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (<i>Intergovernmental Panel for Climate Change</i> por su sigla en inglés)
IPPU	-	Procesos Industriales y Uso de Productos (<i>Industrial Processes and Product Use</i> por su sigla en inglés)
LEAP	-	<i>Low Emission Analysis Platform</i>

LULUCF	-	Uso de la Tierra, Cambio de uso de la Tierra y Forestación (<i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i> por su sigla en inglés)
MA	-	Ministerio de Ambiente
MGAP	-	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
MIEM	-	Ministerio de Industria Energía y Minería
MTOP	-	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
MVOTMA	-	Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
OAN	-	Observatorio Ambiental Nacional
OMS	-	Organización Mundial de la Salud
PIB	-	Producto Interno Bruto
PM10	-	Material particulado menor a 10 micrómetros
PM2.5	-	Material particulado menor a 2,5 micrómetros
PNCC	-	Panel Nacional de Cambio Climático
SEI	-	Stockholm Environment Institute
SIA	-	Sistema de Información Ambiental
SIN	-	Sistema Interconectado Nacional
SINGEI	-	Sistema Nacional de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
SNAP	-	Strengthening National Action and Planning
SNRCC	-	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y la Variabilidad
SOA	-	Seguro Obligatorio Automotor
SUCIVE	-	Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares
TSP	-	Material particulado total en suspensión (<i>Total suspended particles</i> por su sigla en inglés)
USEPA	-	United States Environmental Protection Agency
UTE	-	(Administración Nacional de) Usinas de Transmisiones Eléctricas
VAB	-	Valor Agregado Bruto

Referencias

- Anuario Estadístico Agropecuario 2019. DIEA Estadísticas Agropecuarias (<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2019>).
- Aportes para una hoja de ruta para integrar las acciones sobre CCVC en políticas, estrategias y programas en Uruguay. Asesoría en políticas de reducción de CCVC – producto 13. Pablo Montes. Ministerio de Ambiente – CCAC. 2020.
- Balance Energético Nacional 2019 (<https://ben.miem.gub.uy/>).
- <https://www.ccacoalition.org/en/content/coalition>
- Combatiendo los Contaminantes Climáticos de Vida Corta - IPCC 2018 (<https://aida-americas.org/es/combatiendo-los-contaminantes-clim-ticos-de-vida-corta-ccvc>).
- De Nevers N.; Air Pollution Control Engineering; McGraw-Hill Inc.; Estados Unidos; 1995.
- Diaz Resquin M, *et al.* Local and remote black carbon sources in the Metropolitan Area of Buenos Aires. Atmospheric Environment, 2018.
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>).
- Encuesta de Expectativas Económicas (<https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Expectativas-Economicas.aspx>).
- Encuesta de usos, consumos y rendimientos del sector transporte, año 2014. Planificación, estadística y balance, Dirección Nacional de Energía (http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/informes/-/asset_publisher/hJhvph6TjO1U/content/encuesta-de-usos-consumos-y-rendimientos-del-sector-transporte).
- Encuesta sobre consumo de la energía en el sector comercial y servicios. Consumo y uso de la energía en el sector comercial y servicios, datos 2013. Planificación, estadística y balance, Dirección Nacional de Energía (<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuesta-sobre-consumo-energia-sector-comercial-servicios-datos-2013>).
- Encuesta sobre consumo de la energía en el sector residencial. Características del sector residencial, datos 2013. Planificación, estadística y balance, Dirección Nacional de Energía (<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuesta-sobre-consumo-energia-sector-residencial-datos-2013>).
- Encuesta sobre consumo de la energía en la industria. Consumo y uso de la energía en la industria, datos 2015. Planificación, estadística y balance, Dirección Nacional de Energía (<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuesta-sobre-consumo-energia-industria-datos-2015>).
- Encuesta sobre consumo de la energía en la industria. Consumo de energía en la industria, datos 2017. Planificación, estadística y balance, Dirección Nacional de Energía (<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/consumo-energia-industria-datos-2017>).

- <https://www.epa.gov/ghgemissions/toolkit-building-national-ghg-inventory-systems>
- Escenarios de estructura productiva, competitividad y crecimiento Uruguay 2035. Fundación astur, REDSUR (<https://www.redsudamericana.org/sites/default/files/doc/Documento%20de%20Trabajo%206.pdf>).
- Estudio de consumo y uso de la energía 2006 (<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/estudio-consumo-uso-energia-2006>).
- Estudio preliminar para la cuantificación de Black Carbon en Uruguay (año base 2010). MVOTMA, CCAC, 2018 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/estudio-preliminar-para-cuantificacion-black-carbon-uruguay-ano-base>).
- Informe de Cuentas Nacionales del Banco Central del Uruguay (<https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Ultimo-informe-disponible.aspx>).
- Informe Final; Inventario de Emisiones Atmosféricas 2015; Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental - Facultad de Ingeniería. Convenio FING – DINAMA. Abril 2019 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/inventario-emisiones-atmosfericas-2015>).
- Inumet – Características climáticas (<https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/caracteristicas-climaticas>).
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2017. MVOTMA, SNRCC, Uruguay, 2019 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/inventarios-nacionales-gases-efecto-invernadero-ingei>).
- Manahan S.; Introducción a la Química Ambiental; Ed. Reverté- UNAM.; México; 2007.
- Observatorio Ambiental Nacional – Ministerio de Ambiente (<https://www.ambiente.gub.uy/oan/>).
- OMS Guías de Calidad del Aire. Actualización mundial 2005. Informe de la Reunión del Grupo de Trabajo, Bonn, Alemania, 2005. OMS/OPS (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/69478>).
- Política Nacional de Cambio Climático. República Oriental del Uruguay. Sistema Nacional Ambiental, Gabinete Nacional Ambiental, Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad, 2017 (https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Politica_CC_1.pdf).
- Primera Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de París. República Oriental del Uruguay, 2017 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/primera-contribucion-determinada-nivel-nacional>).
- Prospectiva de la demanda energética 2018. Planificación Estadística y Balance, Dirección Nacional de Energía, 2018

<https://observatorio.miem.gub.uy/obs/prospectiva-de-la-demanda-energ%C3%A9tica-2018>).

- Tercer informe bienal de actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MVOTMA, SNRCC, Uruguay, 2019 (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/informes-bienales-actualizacion>).
- Wark K., Warner C.; Contaminación del Aire. Origen y control; Ed. Limusa; México; 1999.

Anexo A: DA y FE para inventario

Sector Demanda: Residencial.

Sector		Demanda		
Categoría/Actividad		Residencial		
Combustible		Gaseosos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE
	Valor	1,2	1,9	800
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-6.
	Valor	1,2	1,9	760
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-6.
	Valor	1,2	1,9	740
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-6.
	Valor	5,4	8,5	10
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-6.
TIER		1	1	1
Observaciones		Incluye Gas natural y GLP	Incluye los combustibles: Fuel Oil, Gasoil, Queroseno y Gasolina	

Sector Demanda: Comercial y servicios (todos excepto Transporte interno).

Sector		Demanda		
		Comercial Servicios/Todos excepto Transporte interno		
Categoría/Actividad		Gaseosos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Combustible				
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE
	Valor	0,78	21	170
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-10.
	Valor	0,78	21	163
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-10.
	Valor	0,78	18	160
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-10.
	Valor	4	56	28
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-10.
TIER		1	1	1
Observaciones				

Sector Demanda: Comercial y servicios (Transporte interno).

Sector Categoría/Actividad Combustible		Demanda		
		Comercial Servicios/Transporte interno		
		Gaseosos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Dato de actividad	Fuente	N/A	DNE	N/A
	Valor	N/A	2104	N/A
FE TSP (g/t)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	2104	N/A
FE PM10 (g/t)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	2104	N/A
FE PM2.5 (g/t)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	1306	N/A
FE BC (g/t)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
TIER		N/A	1	N/A
Observaciones				

Sector Demanda: Industrial (todos excepto Transporte interno).

Sector Categoría/Actividad Combustible		Demanda			
		Industrial/Todos excepto Transporte interno			
		Gaseosos	Líquidos	Biomasa	Sólidos
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE
	Valor	0,78	20	150	124
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-3.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-2.
	Valor	0,78	20	143	117
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-3.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-2.
	Valor	0,78	20	140	108
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-3.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-2.
	Valor	4	56	28	6,4
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-3.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.2 Combustion in manufacturing industries and construction. Table 3-2.
TIER		1	1	1	1
Observaciones					Carbón mineral; coque de petróleo

Sector Demanda: Industrial (Transporte interno).

Sector		Demanda		
		Industrial/Transporte interno		
Categoría/Actividad		Gaseosos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Combustible				
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	N/A
	Valor	225	2104	N/A
FE TSP (g/t)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	225	2104	N/A
FE PM10 (g/t)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	225	2104	N/A
FE PM2.5 (g/t)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	11	1306	N/A
FE BC (g/t)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
TIER		1	1	N/A
Observaciones				

Sector Demanda: Actividades Primarias (Pesca).

Sector Categoría/Actividad		Demanda				
		Actividades Primarias/Pesca				
Combustible		Gaseosos	Líquidos	Líquidos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Dato de actividad	Fuente	N/A	DNE	DNE	DNE	N/A
	Valor	N/A	21	6,2	157	N/A
FE TSP (g/GJ)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.d Navigation (shipping). Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	21	6,2	157	N/A
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.d Navigation (shipping). Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	18	5,6	157	N/A
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.d Navigation (shipping). Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
	Valor	N/A	56	12	8	N/A
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.d Navigation (shipping). Table 3-1 (notes).	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	N/A
TIER		N/A	1	1	1	N/A
Observaciones				Fuel Oil. El FE de BC es sobre el TSP.	Fuerza motriz móvil. Gasolina; 4 tiempos. Unidad: g/t	

Sector Demanda: Actividades Primarias (Primarias resto).

Sector		Demanda			
Categoría/Actividad		Actividades Primarias/Primarias Resto			
Combustible		Gaseosos	Líquidos	Líquidos	Líquidos
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE
	Valor	0,78	21	157	170
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-47.
	Valor	0,78	21	157	163
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-47.
	Valor	0,78	18	157	160
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-47.
	Valor	4	56	8	28
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-8.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-9.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Non Road Mobile Machinery. Table 3-1.	EMEP/EEA 2019. 1.A.4 Small combustion. Table 3-47.
TIER		1	1	1	1
Observaciones				Fuerza motriz móvil. Gasolina; 4 tiempos. Unidad: g/t	

Sector Demanda: Transporte (Carretero).

Sector		Demanda					
		Transporte/Carretero					
Categoría/Actividad		Automóvil		Camionetas		Taxis y Remises	
Modo		Automóvil		Camionetas		Taxis y Remises	
Combustible		Gasoil	Gasolina	Gasoil	Gasolina	Gasoil	Gasolina
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE	DNE	DNE
	Valor	1,1	0,03	1,52	0,02	1,1	0,03
FE TSP (g/kg fuel)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6
	Valor	0,57	0,12	0,55	0,05	0,57	0,12
FE BC (fracción del TSP)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11
	Valor						
TIER		1	1	1	1	1	1
Observaciones		Passenger cars (PC)	Passenger cars (PC)	Light Commercial Vehicles (LCV)	Light Commercial Vehicles (LCV)	Passenger cars (PC)	Passenger cars (PC)

Sector Demanda: Transporte (Carretero).

Sector Categoría/Actividad Modo Combustible		Demanda					
		Otros livianos		Transporte/Carretero Ómnibus		Birrodados	
		Gasoil	Gasolina	Gasoil	Gasolina	Gasoil	Gasolina
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE	N/A	DNE
	Valor	1,52	0,02	0,94	0,02	N/A	2,2
FE TSP (g/kg fuel)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-6
	Valor	0,55	0,05	0,7	0,05	N/A	0,11
FE BC (fracción del TSP)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-24: FE MP=0,2070 g/km (Urban Buses Standard Euro III) Table 3-92: Fracción de BC (HDV Euro III)	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11	N/A	EMEP/EEA 2019. 1.A.3.b.i-iv Road transport. Table 3-11
TIER		1	1	1	TSP: 1 BC: 2	1	N/A
Observaciones		Light Commercial Vehicles (LCV)	Light Commercial Vehicles (LCV)	TSP: Heavy Duty Vehicles (HDV) BC:	Light Commercial Vehicles (LCV)	N/A	Petrol L-Category (L- category)

Sector Demanda: Consumo propio.

Sector		Demanda						
Categoría/Actividad		Consumo propio						
Combustible		Gaseosos	Gaseosos	Gaseosos	Líquidos	Líquidos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE	DNE	DNE	DNE
	Valor	0,89	0,89	0,89	35,4	6,47	6,5	11,4
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-2.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-9.
	Valor	0,89	0,89	0,89	25,2	3,23	3,2	7,7
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-2.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-9.
	Valor	0,89	0,89	0,89	19,3	0,808	0,8	3,4
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-2.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-9.
	Valor	8,6	2,5	18,4	5,6	33,5	33,5	2,2
FE BC (% de PM 2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-4.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-2.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 4-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-6.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-9.
TIER		1	1	1	1	1	1	1
Observaciones		Natural Gas asimilado a Gas Natural	Gaseous Fuels asimilado a GLP	Refinery Gas asimilado a Gas Fuel	Heavy Fuel Oil	Gas Oil	Gas Oil asimilado a Gasolina	Coking coal

Sector Transformación: Generación de electricidad.

Sector		Transformación			
Categoría/Actividad		Generación de electricidad/Procesos			
Combustible		Gaseosos	Líquidos	Líquidos	Sólidos/Biomasa
Dato de actividad	Fuente	DNE	DNE	DNE	DNE
	Valor	0,2	35,4	1,95	172
FE TSP (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-17.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-18.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-7.
	Valor	0,2	25,2	1,95	155
FE PM10 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-17.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-18.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-7.
	Valor	0,2	19,3	1,95	133
FE PM2.5 (g/GJ)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-17.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-18.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-7.
	Valor	2,5	5,6	33,5	3,3
FE BC (% de PM 2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-17.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-18.	EMEP/EEA 2019. 1.A.1 Energy industries. Table 3-7.
TIER		1	1	1	1
Observaciones		Natural Gas	Heavy Fuel Oil	Gas Oil	Biomass asimilado a Madera/Leña y otra biomasa

Sector No energético: Procesos industriales y uso de productos (Minerales).

Sector		No energético			
Categoría/Actividad		Emisiones de procesos industriales/Minerales			
Tipo		Cemento	Cal	Carpeta asfáltica	Vidrio
Dato de actividad	Fuente	Declaraciones Juradas presentadas a DINACEA por empresas del rubro	Declaraciones Juradas presentadas a DINACEA por empresas del rubro	Anuario ANCAP	En base a información presentadas a DINACEA por empresas del rubro
	Valor	260	9000	14000	300
FE TSP (g/t producto)	Fuente	E MEP/EEA 2019. 2.A.1 Cement Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.2 Lime Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.D.3.b Road Paving with Asphalt. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.3 Glass Production. Table 3-1.
	Valor	234	3500	3000	270
FE PM10 (g/t producto)	Fuente	E MEP/EEA 2019. 2.A.1 Cement Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.2 Lime Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.D.3.b Road Paving with Asphalt. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.3 Glass Production. Table 3-1.
	Valor	130	700	400	240
FE PM2.5 (g/t producto)	Fuente	E MEP/EEA 2019. 2.A.1 Cement Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.2 Lime Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.D.3.b Road Paving with Asphalt. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.3 Glass Production. Table 3-1.
	Valor	3	0,46	5,7	0,062
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	E MEP/EEA 2019. 2.A.1 Cement Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.2 Lime Production. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.D.3.b Road Paving with Asphalt. Table 3-1.	E MEP/EEA 2019. 2.A.3 Glass Production. Table 3-1.
TIER		1	1	1	1
Observaciones		Producción de cemento Portland	Producción de cal	Incluye todos los usos de asfalto, sin desagregación de uso	

Sector No energético: Procesos industriales y uso de productos (Metales, Pulpa y Papel y Agricultura).

Sector		No energético			
Categoría/Actividad		Emisiones de procesos industriales/Metales	Emisiones de procesos industriales/Pulpa y papel	Agricultura	
Tipo		Reciclado de acero	Proceso Kraft	Animales estabulados	Quema de residuos agrícolas
Dato de actividad	Fuente	Declaraciones Juradas presentadas a DINACEA por empresas del rubro	Declaraciones Juradas presentadas a DINACEA por empresas del rubro	DIEA	DIEA
	Valor	30	1	0,04	0,0058
FE TSP (g/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 2.C.1 Iron and Steel Production. Table 3.15.	EMEP/EEA 2019. 2.H.1 Pulp and paper industry. Table 3-2.	EMEP/EEA 2019. 3.B Manure management. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 3.F Field burning of agricultural residues. Table 3-1.
	Valor	24	0,8	0,02	0,0057
FE PM10 (g/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 2.C.1 Iron and Steel Production. Table 3.15.	EMEP/EEA 2019. 2.H.1 Pulp and paper industry. Table 3-2.	EMEP/EEA 2019. 3.B Manure management. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 3.F Field burning of agricultural residues. Table 3-1.
	Valor	21	0,6	0,02	0,0054
FE PM2.5 (g/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 2.C.1 Iron and Steel Production. Table 3.15.	EMEP/EEA 2019. 2.H.1 Pulp and paper industry. Table 3-2.	EMEP/EEA 2019. 3.B Manure management. Table 3-5.	EMEP/EEA 2019. 3.F Field burning of agricultural residues. Table 3-1.
	Valor	0,36	2,6	N/A	0,0005
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 2.C.1 Iron and Steel Production. Table 3.15.	EMEP/EEA 2019. 2.H.1 Pulp and paper industry. Table 3-2.	N/A	EMEP/EEA 2019. 3.F Field burning of agricultural residues. Table 3-1.
TIER		2	2	1	
Observaciones		Iron and steel production	Kraft process	Cría de pollos. Unidades: (kg/animal.año)	Caña de azúcar. Unidades: (kg/kg de materia seca)

Sector No energético: Residuos (Incineración).

Sector		No energético
Categoría/Actividad		Residuos/Incineración
Tipo		Industrial y Comercial
Dato de actividad	Fuente	Declaraciones Juradas presentadas a DINACEA por empresas del rubro.
	Valor	0,01
FE TSP (kg/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 5.C.1.b Industrial waste incineration incl haz waste&sewage sludge. Table 3-1.
	Valor	0,007
FE PM10 (kg/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 5.C.1.b Industrial waste incineration incl haz waste&sewage sludge. Table 3-1.
	Valor	0,004
FE PM2.5 (kg/t producto)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 5.C.1.b Industrial waste incineration incl haz waste&sewage sludge. Table 3-1.
	Valor	3,5
FE BC (% de PM2.5)	Fuente	EMEP/EEA 2019. 5.C.1.b Industrial waste incineration incl haz waste&sewage sludge. Table 3-1.
TIER		1
Observaciones		Incineración en planta moderna

Sector No energético: Quema de pajonales

Sector	No energético	
Categoría/Actividad	Quema de pajonales	
Tipo	Pasturas	
Dato de actividad	Fuente	INGEI 2017
	Valor	8,3
FE TSP (kg/t biomasa)	Fuente	Andreae and Merlet (2001)
	Valor	8,3
FE PM10 (kg/t biomasa)	Fuente	Andreae and Merlet (2001)
	Valor	5,4
FE PM2.5 (kg/t biomasa)	Fuente	Andreae and Merlet (2001)
	Valor	0,48
FE BC (kg/t biomasa)	Fuente	Andreae and Merlet (2001)
TIER		1
Observaciones		Andreae and Merlet (2001) para "Savanna and Grassland". PM10 asumido como TSP

Anexo B: Driver población, hogares, PIB y VAB a 2035

Año	Población (habitantes)	Hogares	PIB
2010	3396705,64196918	-	
2011	3412636,08299754	-	
2012	3426466,16858145	-	
2013	3440156,83983843	-	
2014	3453690,50875466	-	
2015	3467053,82236771	1260120	670267991,273422;
2016	3480221,77713361	1272911	681594167,467757
2017	3493204,92940524	1285650	699256580,851503
2018	3505984,89279	1298319	710585122,24209
2019	3518552,48924984	1310913	717264622,391166
2020	3530912,10342619	1323426	730175385,594207
2021	3543025,89879635	1335840	745509068,691685
2022	3554915,21591638	1348160	763401286,340285
2023	3566549,51798373	1360369	784013121,071473;
2024	3577896,04366018	1372450	805181475,340403
2025	3588936,7500444	1384392	826921375,174594
2026	3599663,31966883	1395433	849248252,304308
2027	3610035,09606273	1406481	872177955,116524
2028	3620003,69226464	1417623	895726759,90467
2029	3629540,60698432	1428817	919911382,422096
2030	3638631,52637747	1439962	944748989,747492
2031	3647229,28507215	1451039	970257212,470675
2032	3655288,70155578	1462059	996454157,207383
2033	3662794,76850766	1472969	1023358419,45198
2034	3669744,00545118	1483691	1050989096,77719
2035	3676092,32468141	1494138	1079365802,39017

PIB a pesos constantes (2005)

Año	VAB Comercial_Servicios	VAB Industria	VAB Actividades Primarias	VAB Pesca
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				
2015	410047060,214481	104946830,098441	11136182,1822962	226305,503477324
2016	417458810,79985	103680824,869809	11838837,6041867	149256,003105358
2017	432861129,78045	99436460,8975057;	7862711,04252703	182613,778915723
2018	440778333,709287	101135361,00637	9854270,65960583	210447,904786854
2019	444921650,046154	102086033,39983	9946900,80380612	212426,115091851
2020	452930239,746985	103923582,001027	10125945,0182746	216249,785163504
2021	462441774,781672	106105977,223049	10338589,8636584	220791,030651938
2022	473540377,376432	108652520,676402	10586716,0203862;	226090,015387584
2023	486325967,565596	111586138,734665	10872557,3529366	232194,445803049
2024	499456768,689867	114598964,480501	11166116,4014659	238463,695839731;
2025	512942101,444493	117693136,521474	11467601,5443055	244902,215627404
2026	526791538,183494	120870851,207554	11777226,7860017	251514,575449344
2027	541014909,714449	124134364,190158	12095211,9092238	258305,468986476
2028	555622312,276739	127485992,023292	12421782,6307728	265279,716649111
2029	570624114,708211	130928113,807921	12757170,7618037	272442,268998637
2030	586030965,805332	134463172,880735	13101614,3723724	279798,2102616
2031	601853801,882076	138093678,548515	13455357,9604264	287352,761938663
2032	618103854,532892	141822207,869325	13818652,625358	295111,286511007
2033	634792658,60528	145651407,481796	14191756,2462426	303079,291246804
2034	651932060,387623	149583995,483805	14574933,6648912	311262,432110468
2035	669534226,018088	153622763,361868	14968456,8738432	319666,51777745

VAB a pesos constantes (2005)