

# RAGEI 2016

REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
DEL SECTOR ENERGÍA 2016

**CATEGORÍAS:**

**COMBUSTIÓN MÓVIL**

**Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía del año 2016**  
**Categoría: Combustión Móvil**

Preparado por:

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones**  
Viceministerio de Transportes  
Dirección General de Asuntos Socio Ambientales

Lima, 2020

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	3
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	8
RESUMEN EJECUTIVO .....	10
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR .....</b>	<b>13</b>
<b>3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI .....</b>	<b>17</b>
3.1. Organización para la elaboración del RAGEI.....	17
3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI.....	17
3.3. Control y garantía de la calidad del RAGEI.....	18
3.3.1. Control de calidad .....	18
3.3.2. Garantía de calidad.....	23
<b>4. METODOLOGÍA APLICADA .....</b>	<b>29</b>
4.1. Metodología para el cálculo de emisiones de GEI .....	29
4.2. Metodología para el análisis de la incertidumbre .....	29
4.3. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal.....	30
<b>5. RESULTADO SECTORIAL.....</b>	<b>32</b>
5.1. Análisis de resultados .....	32
5.2. Análisis de incertidumbre .....	35
5.3. Actualización de la serie temporal.....	38
<b>6. RESULTADOS POR SUBCATEGORÍAS .....</b>	<b>41</b>
6.1. Subcategoría 1A3a: Aviación civil .....	41
6.1.1. Método de cálculo .....	42
6.1.2. Datos de actividad .....	45
6.1.3. Factores de emisión y de conversión .....	47
6.1.4. Análisis de resultados.....	48
6.1.5. Análisis de incertidumbre.....	48
6.1.6. Actualización de la serie temporal .....	51
6.1.7. Control de Calidad y Garantía de Calidad.....	52
6.1.7.1. Control de Calidad .....	52
6.1.7.2. Garantía de Calidad .....	52
6.1.8. Sigüientes pasos .....	52
6.2. Categoría 1A3b: Transporte Terrestre .....	54
6.2.1. Método de cálculo.....	54
6.2.2. Datos de actividad .....	58
6.2.3. Factores de emisión y de conversión .....	63
6.2.4. Análisis de resultados.....	64
6.2.5. Análisis de incertidumbre.....	65
6.2.6. Actualización de la serie temporal .....	70
6.2.7. Control de Calidad y Garantía de la Calidad .....	71
6.2.7.1. Control de Calidad .....	71
6.2.7.2. Garantía de Calidad .....	71
6.2.8. Sigüientes pasos .....	71
6.3. Subcategoría 1A3c: Ferrocarriles.....	73
6.3.1. Método de Cálculo .....	73
6.3.2. Datos de actividad .....	77
6.3.3. Factores de emisión y de conversión .....	81
6.3.4. Análisis de resultados.....	82
6.3.5. Análisis de incertidumbre.....	82
6.3.6. Actualización de serie temporal .....	84
6.3.7. Control de calidad y Garantía de la calidad .....	84
6.3.7.1. Control de calidad .....	84
6.3.7.2. Garantía de calidad.....	85
6.3.8. Sigüientes pasos .....	85
6.4. Subcategoría 1A3d: Navegación marítima y fluvial .....	86
6.4.1. Método de Cálculo .....	87
6.4.2. Datos de actividad .....	89
6.4.3. Factores de emisión y de conversión .....	92

6.4.4.	Análisis de resultados .....	93
6.4.5.	Análisis de incertidumbre .....	93
6.4.6.	Actualización de serie temporal .....	96
6.4.7.	Control de calidad y Garantía de la calidad .....	96
6.4.7.1.	Control de calidad .....	96
6.4.7.2.	Garantía de calidad.....	97
6.4.8.	Siguientes pasos .....	97
6.5.	Subcategoría 1A3e: Otro tipo de transporte .....	99
6.5.1.	Método de Cálculo .....	99
6.5.2.	Datos de actividad .....	101
6.5.3.	Factores de emisión y de conversión .....	104
6.5.4.	Análisis de resultados .....	106
6.5.5.	Análisis de incertidumbre.....	106
6.5.6.	Actualización de serie temporal .....	108
6.5.7.	Control de calidad y Garantía de la calidad .....	109
6.5.7.1.	Control de calidad .....	109
6.5.7.2.	Garantía de calidad.....	110
6.5.8.	Siguientes pasos .....	110
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>111</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>112</b>
	Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI .....	112

## Lista de tablas

Tabla 1. Procedimientos generales de control de calidad 2016 .....	19
Tabla 2. Procedimientos generales de control de calidad adicionales aplicados para el RAGEI 2016 ....	22
Tabla 3. Respuestas a las observaciones/mejoras del RAGEI 2014, como parte de la garantía de calidad del RAGEI 2016 .....	24
Tabla 4. Descripción de categorías en el Sector de Energía-Combustión Móvil considerados en el RAGEI 2016 .....	29
Tabla 5. Descripción de actualización de los RAGEI's .....	30
Tabla 6. Emisiones nacionales de GEI por fuentes del sector Energía-Combustión Móvil - 2016 .....	32
Tabla 7. Emisiones GEI correspondientes a Aviación Civil y Navegación Marítima Internacional .....	34
Tabla 8. Emisiones GEI de Biodiesel y Etanol en los biocombustibles .....	34
Tabla 9. Fuentes con emisiones de GEI inferiores a años anteriores .....	35
Tabla 10. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones por actividades de quema de combustibles – Combustión Estacionaria .....	36
Tabla 11. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas de los RAGEI .....	39
Tabla 12. Categoría de Fuentes y sus definiciones IPCC .....	41
Tabla 13. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión de la subcategoría Aviación .....	44
Tabla 14. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Aviación Civil .....	45
Tabla 15. Demanda de Combustibles de Aviación (G100LL PV-PAA) .....	46
Tabla 16. Demanda de combustibles según categoría – TA1 Exportación .....	46
Tabla 17. Factores de emisión empleados – Aviación .....	47
Tabla 18. Factores de emisión .....	47
Tabla 19. Densidades empleadas .....	47
Tabla 20. VCN empleadas .....	48
Tabla 21. Datos de conversión de unidades .....	48
Tabla 22. Incertidumbre por fuente y GEI .....	49
Tabla 23. Incertidumbre de los datos de nivel de actividad para Aviación .....	50
Tabla 24. Incertidumbre en los factores de emisión para Aviación .....	50
Tabla 25. Procedimientos específicos de control de calidad .....	52
Tabla 26. Acciones de mejora para futuros RAGEI .....	53
Tabla 27. Sub – Categoría relacionadas al Transporte Terrestre .....	54
Tabla 28. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Transporte Terrestre .....	57
Tabla 29. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Transporte Terrestre .....	58
Tabla 30. Demanda de establecimiento de venta al público de combustibles líquidos .....	60
Tabla 31. GNV vendido, distribuido por tipo de vehículo y combustible (m <sup>3</sup> ) .....	60
Tabla 32. Participación porcentual de las clases de vehículos registrados por tipo de combustible .....	61
Tabla 33. Parque automotor circulante por tipo de vehículo año 2016 .....	61
Tabla 34. Clases de vehículos circulantes estimado por tipo de combustibles año 2016 .....	61
Tabla 35. Combustible vendido en los grifos, distribuido por clase de vehículo y tipo de combustible (MB) .....	62
Tabla 36. Factores de emisión empleados – Transporte Terrestre .....	63
Tabla 37. Factores de emisión – Transporte terrestre .....	63
Tabla 38. Densidades empleadas en Transporte Terrestre .....	63
Tabla 39. VCN empleadas en Transporte Terrestre .....	64
Tabla 40. Datos de conversión de unidades .....	64
Tabla 41. Incertidumbre de Transporte Terrestre .....	65
Tabla 42. Incertidumbre de los datos de nivel de actividad – Transporte Terrestre .....	66
Tabla 43. Incertidumbre de Factores de Emisión – Transporte Terrestre .....	67
Tabla 44. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte Terrestre .....	71
Tabla 45. Acciones de mejora para futuros RAGEI en Transporte Terrestre .....	72
Tabla 46. Empresas operadoras ferroviarias .....	73

Tabla 47. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados Ferrocarriles .....	77
Tabla 48. Consumo de combustible de empresas ferroviarias.....	79
Tabla 49. Consumo de combustible reportado en OSINERGMIN por Inca Rail .....	80
Tabla 50. Factores de emisión empleados – Ferrocarril .....	81
Tabla 51. Factores de emisión GEI para transporte ferroviario.....	81
Tabla 52. Densidades para combustibles usados en ferrocarriles - RAGEI 2016.....	81
Tabla 53. VCN para combustibles usados en ferrocarriles - RAGEI 2016 .....	81
Tabla 54. Incertidumbre de Ferrocarriles .....	82
Tabla 55. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Ferrocarriles .....	83
Tabla 56. Incertidumbre en los Factores de Emisión – Ferrocarriles.....	83
Tabla 57. Procedimientos específicos de control de calidad en ferrocarriles .....	84
Tabla 58. Acciones de mejora para futuros RAGEI en ferrocarriles.....	85
Tabla 59. Estructura de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.....	86
Tabla 60. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Navegación marítima y fluvial .....	89
Tabla 61. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Navegación marítima y fluvial .....	90
Tabla 62. Demanda de combustible en grifos flotantes para el año 2016 .....	91
Tabla 63. Combustible usado por las naves marítimas nacionales e internacionales – Año 2016.....	91
Tabla 64. Factores de emisión empleados – Navegación Marítima y Fluvial .....	92
Tabla 65. Factores de emisión GEI para transporte marítimo y fluvial.....	92
Tabla 66. Densidades empleadas en Navegación marítima y fluvial .....	92
Tabla 67. VCN empleadas en Navegación marítima y fluvial.....	92
Tabla 68. Incertidumbre en Navegación marítima y fluvial.....	93
Tabla 69. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Navegación marítima y fluvial.....	94
Tabla 70. Incertidumbre en los Factores de Emisión– Navegación marítima y fluvial .....	95
Tabla 71. Procedimientos específicos de control de calidad en Navegación marítima y fluvial .....	96
Tabla 72. Acciones de mejora para futuros RAGEI en navegación marítima .....	97
Tabla 73. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Transporte Todo Terreno.....	101
Tabla 74. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Transporte Todo Terreno .....	102
Tabla 75. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos - 2016.....	103
Tabla 76. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuerto de Lima – 2016 .....	103
Tabla 77. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos de provincia – 2016 .....	103
Tabla 78. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos – 2016 .....	104
Tabla 79. Consumo de combustible de vehículos de transporte interno en el puerto del Callao - 2016 .....	104
Tabla 80. Factores de emisión empleados – Transporte Todo Terreno .....	104
Tabla 81. Factores de emisión –todo terreno.....	105
Tabla 82. Densidades empleadas en Transporte Todo Terreno .....	105
Tabla 83. VCN empleadas en Transporte Todo terreno .....	105
Tabla 84. Incertidumbre en Otro tipo de transporte.....	106
Tabla 85. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Otro tipo de transporte.....	107
Tabla 86. Incertidumbre en los Factores de Emisión – Otro tipo de transporte .....	107
Tabla 87. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte todo terreno.....	109
Tabla 88. Acciones de mejora para futuros RAGEI en Transporte Todo Terreno .....	110

## Índice de figuras

Figura 1. Emisiones de GEI del Sector Energía -Combustión Móvil 2016 (Gg CO <sub>2</sub> eq) .....	10
Figura 2. Emisiones GEI del sector Energía – Combustión Móvil.....	11
Figura 3. VAB Vs Emisiones GEI año 2000 al 2016.....	13
Figura 4. Parque de medios de transporte del año 2000 al 2016.....	14
Figura 5. Consumo de combustible (TJ) por tipo de medios de transporte .....	14
Figura 6. Participación de consumo de combustible (TJ) en los medios de transporte – Año 2016 .....	15
Figura 7. Consumo de Combustible (TJ) por tipo de combustible .....	15
Figura 8. RAGEI – Combustión Móvil año 2016 .....	33
Figura 9. Emisiones GEI por fuentes – Combustión Móvil año 2016.....	33
Figura 10. Emisiones de GEI por tipo de medios de transporte (GgCO <sub>2</sub> eq).....	40
Figura 11. Árbol de decisión para estimar las emisiones procedentes de las aeronaves.....	43
Figura 12. Emisiones CO <sub>2</sub> eq procedentes de Aviación Nacional para el RAGEI del 2000 – 2016 .....	51
Figura 13. Emisiones CO <sub>2</sub> eq procedentes de Aviación Internacional del 2000 – 2016.....	51
Figura 14. Árbol de decisión para las emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de combustible en vehículos .....	55
Figura 15. Árbol de decisión para las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O de los vehículos terrestres .....	56
Figura 16. Emisiones CO <sub>2</sub> eq procedentes de Transporte terrestre .....	64
Figura 17. Emisiones CO <sub>2</sub> eq procedentes de transporte terrestre del 2000 – 2016 .....	70
Figura 18. Combustible (TJ) procedentes de transporte terrestre del 2005 – 2016 .....	70
Figura 19. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> en el transporte ferroviario .....	74
Figura 20. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O en los ferrocarriles.....	75
Figura 21. Emisiones de GEI en el transporte ferroviario 2000-2016 .....	84
Figura 22. Árbol de decisión para las emisiones procedentes de la navegación marítima y fluvial .....	88
Figura 23. Emisiones de GEI en navegación 2000-2016 .....	96
Figura 24. Árbol de decisión para estimar las emisiones en vehículos todo terreno .....	100
Figura 25. Emisiones de GEI en navegación 2000-2016 .....	108

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AdP	: Aeropuertos del Perú
APM	: Terminals Callao operadores del terminal norte multipropósito del puerto del
Terminals	Callao para carga general y contenedores
APN	: Autoridad Portuaria Nacional
Bi GLP	: Vehículo que usa como combustible gasolina o gas licuado de petróleo
Bi GNV	: Vehículo que usa como combustible gasolina o gas natural vehicular
C	: Información confidencial
CC	: Control de calidad
CH <sub>4</sub>	: Metano
cm <sup>3</sup>	: Centímetro cúbico
CO <sub>2</sub>	: Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> eq	: Dióxido de carbono equivalente
CORPAC	: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
DB5	: Biodiesel 5
DGAC	: Dirección General de Aeronáutica Civil
ROF	: Reglamento de Organización y Funciones
INFOGAS	Entidad que administra el Sistema de Control de Carga de Gas Natural Vehicular (GNV)
Dual GNV	: Vehículo que usa como combustible simultáneamente diésel y gas natural vehicular
FE	: Factor de emisión
G	: gramo
gal	: Galón líquido
GEI	: Gas de efecto invernadero
Gg	: Gigagramos
GL2006	: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
GLP	: Gas licuado de petróleo
GNV	: Gas natural vehicular
IE	: Incluido en otro lugar
IFO 180	: Marine fuel 180
IFO 380	: Marine fuel 380
INGEI	: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	: <i>International Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)
Kg	: Kilogramo
L	: Litro
LAP	: Lima Airport Partners
m <sup>3</sup>	: Metros cúbicos
MB	: Miles de barriles
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MINAM	: Ministerio del Ambiente
N <sub>2</sub> O	: Óxido nitroso
NA	: No aplicable
NE	: No estimado
NO	: No ocurre
OBP2000	: Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
OGPP	: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto
OSINERGMIN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

RAGEI	: Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
Tn	: Tonelada
TJ	: Terajoule
TM	: Toneladas métricas
VCN	: Valor calórico neto
PV	: Planta de Ventas (Corresponden a los despachos efectuados directamente desde Planta de Ventas y/o Terminales hacia los Consumidores Directos).
PAA	: Planta de Abastecimiento Aeropuerto (Corresponden a los despachos efectuados desde Planta de Abastecimiento en Aeropuerto directamente en ala de avión).
EVP	: Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos.
PCG	: Poder de Calentamiento Global
GRFL	: Grifos flotantes
NAC	: Nacional
EXPORT	: Exportación
IPCC	: Panel Intergubernamental del Cambio Climático
DGAAM	: Dirección General de Asuntos Ambientales
CORPAC	: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
CMNUCC	: Convención Marco de Naciones sobre el Cambio Climático

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía, categoría Combustión Móvil del año 2016 (RAGEI 2016), describe el proceso de estimación de las emisiones de GEI generadas por la quema del combustible de las siguientes subcategorías:

- 1A3a Subcategoría de Aviación civil
- 1A3b Subcategoría de Transporte terrestre
- 1A3c Subcategoría de Ferrocarriles
- 1A3d Subcategoría de Navegación marítima y fluvial
- 1A3e Subcategoría de Otro tipo de transporte

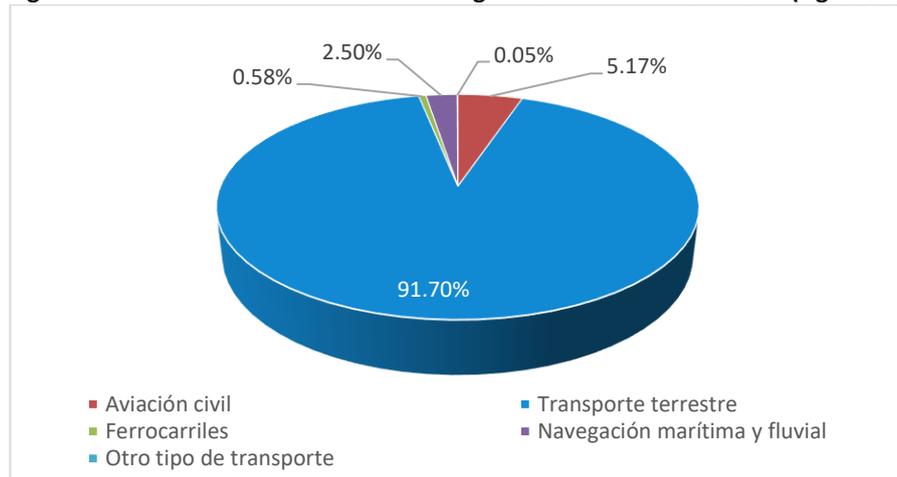
Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) fueron estimadas siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI (GL2006) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (OBP2000).

El RAGEI 2016, reporta los valores de GEI en forma agregada, expresados en dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ), utilizando los valores de Poder de Calentamiento Global (PCG) proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación, que se basan en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de cien años. En el RAGEI 2016 no se han introducido cambios metodológicos respecto a lo reportado en el RAGEI del año 2014.

Las emisiones del año 2016 se han estimado en 20,551.55  $\text{GgCO}_2$ , 7.77  $\text{GgCH}_4$  (163.11  $\text{GgCO}_2\text{eq}$ ) y 1.06  $\text{GgN}_2\text{O}$  (327.28  $\text{GgCO}_2\text{eq}$ ). Y el resultado agregado de la estimación de las emisiones de la categoría Combustión Móvil equivale a 21,041.94  $\text{GgCO}_2\text{eq}$ . La principal fuente de emisión es la subcategoría de Transporte Terrestre con 19,294.71  $\text{GgCO}_2\text{eq}$ , que representa el 91.70% de las emisiones del sector.

La distribución de las emisiones de GEI por subcategoría se muestra en la siguiente figura:

**Figura 1. Emisiones de GEI del Sector Energía -Combustión Móvil 2016 ( $\text{Gg CO}_2\text{eq}$ )**

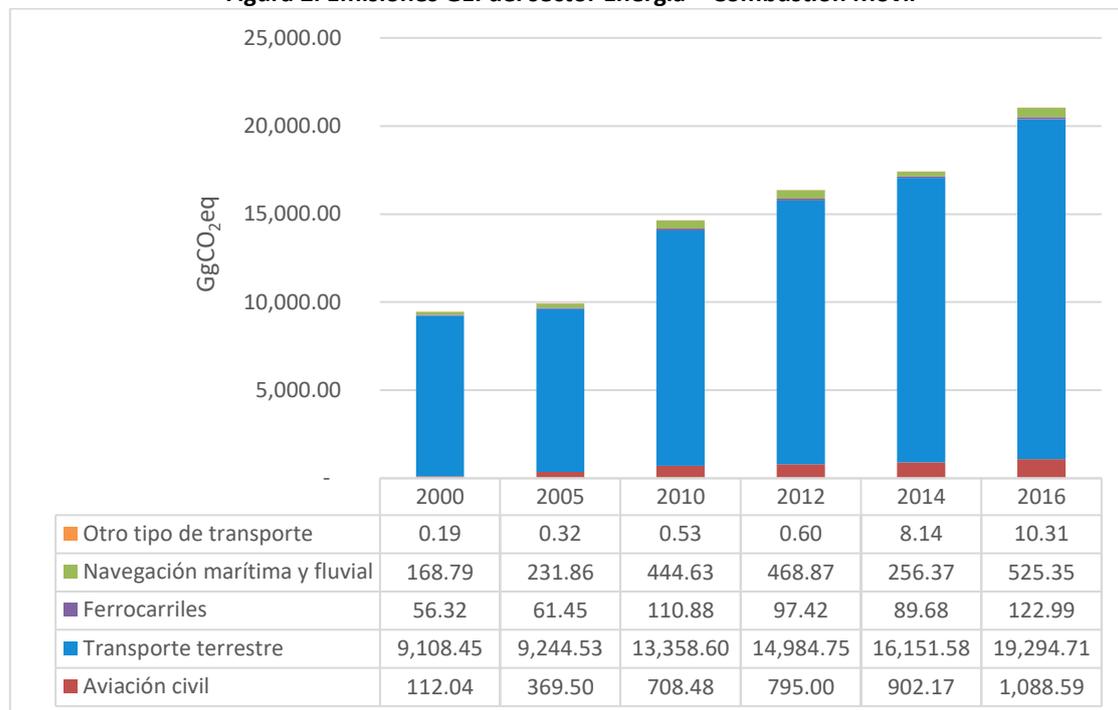


Fuente: DGAAM – MTC

Debido a la actualización de la metodología EMEP/CORINAIR con la que se estima el combustible y las emisiones de  $\text{CO}_2$  para aviación civil y a la disponibilidad de información detallada (principalmente el consumo de combustible) para el año 2016 y años anteriores se procedió a homologar y actualizar, respecto al RAGEI 2016, los resultados de emisiones de GEI

de los RAGEI 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 para el sector energía, categoría combustión móvil. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

**Figura 2. Emisiones GEI del sector Energía – Combustión Móvil**



Fuente: DGAAM – MTC

Respecto a la evolución de las emisiones de GEI, se tiene que las emisiones del año 2016 aumentaron en aproximadamente en un 20.88% respecto al 2014 y en un 122.77% respecto al año 2000. Del gráfico 2, se puede observar que del año 2000 al 2016, las emisiones del sector mantienen una tendencia creciente, debido principalmente al aumento de medios de transporte del parque terrestre. Las estadísticas de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), indican que en el año 2000 circulaban 1,179,158 unidades y para el año 2016 aumentaron en un 317% aproximadamente en 4,913,893 unidades.

El RAGEI 2016 contempla la introducción de las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA por sus siglas en inglés) remitidas en noviembre de 2017 como parte de un proceso de garantía de calidad realizado al INGEI 2014. Este es un hito relevante dado que, hasta el RAGEI 2014, el único proceso de garantía de calidad fue el realizado por la CMNUCC, en el marco del proceso de revisión del Informe Bienal de Actualización.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) ha sido elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAAM). Este reporte considera las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por fuentes de combustión móvil, no considera la combustión por fuentes estacionarias ya que estas se presentan en el RAGEI del sector Energía – categorías Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

El RAGEI presentado corresponde al año 2016 e incluye la cuantificación de las emisiones de GEI generadas en este año, pero además presenta la actualización de las estimaciones de GEI de los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014.

Los resultados obtenidos son de gran relevancia para el sector porque le permite identificar cuáles son las actividades que generan mayores emisiones de GEI en la actualidad y además porque permite evaluar sus respectivas tendencias históricas. En ese sentido, el RAGEI es un instrumento de gestión importante para la toma de decisiones en lo que refiere a la mitigación del cambio climático, gestión muy necesaria para el Perú y otros países que forman parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) al estar comprometidos a reducir, en el marco de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), importantes cantidades de GEI.

El desarrollo del presente RAGEI ha sido logrado gracias al apoyo y coordinación constante con la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) del Ministerio del Ambiente (MINAM).

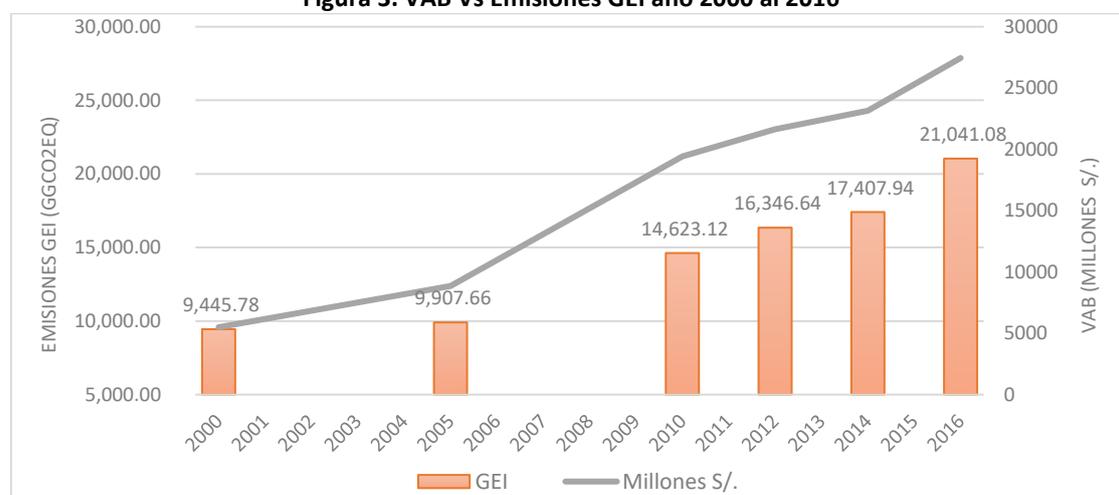
## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

A continuación se realiza un breve análisis sectorial, principalmente de tres variables que influyen en el aumento de las emisiones GEI en esta categoría de Combustión Móvil: incremento del VAB<sup>1</sup>, crecimiento de parque de transporte y venta/consumo de combustibles.

### Análisis de VAB

A nivel nacional la demanda del transporte (consumo de combustibles en el sector económico de transporte) continúa presentando una tendencia de crecimiento tal como se ha venido dando en los últimos años. Este crecimiento del VAB está asociado al crecimiento poblacional que genera un aumento en la demanda del transporte y por ende un aumento de combustible y que se relaciona directamente con el aumento de las emisiones de GEI. En el siguiente gráfico se puede apreciar el comportamiento del VAB y las emisiones de GEI a lo largo del tiempo.

**Figura 3. VAB Vs Emisiones GEI año 2000 al 2016**



Fuente: DGAAM – MTC

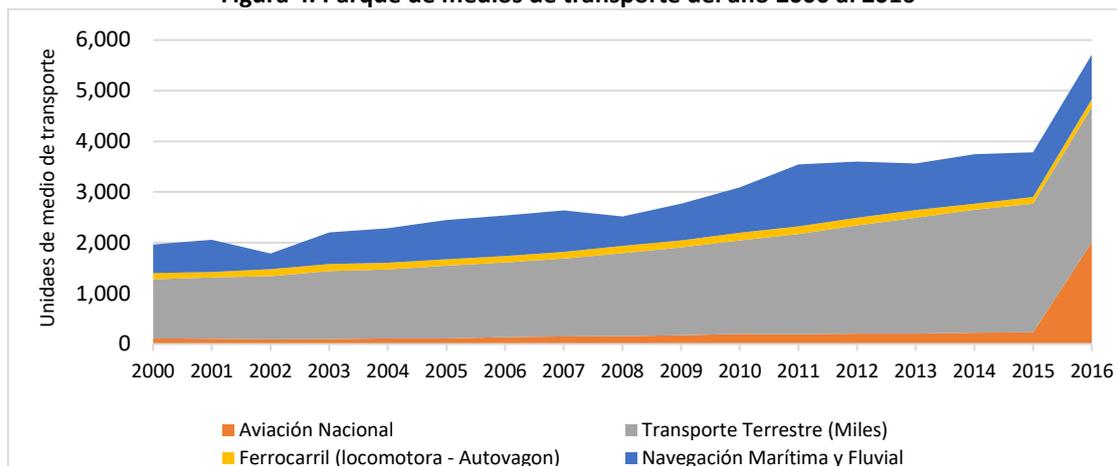
El VAB, no es el único que está asociado a las emisiones GEI del sector, también se tiene el parque de medios de transporte y el consumo de combustible de estos.

### Análisis de Parque de medios de transporte

Realizando un análisis del parque vehicular, ferroviario, aéreo, marítimo y fluvial, tenemos que estos han venido creciendo en los últimos años, debido principalmente por la demanda poblacional.

<sup>1</sup> Valor Agregado Bruto

Figura 4. Parque de medios de transporte del año 2000 al 2016



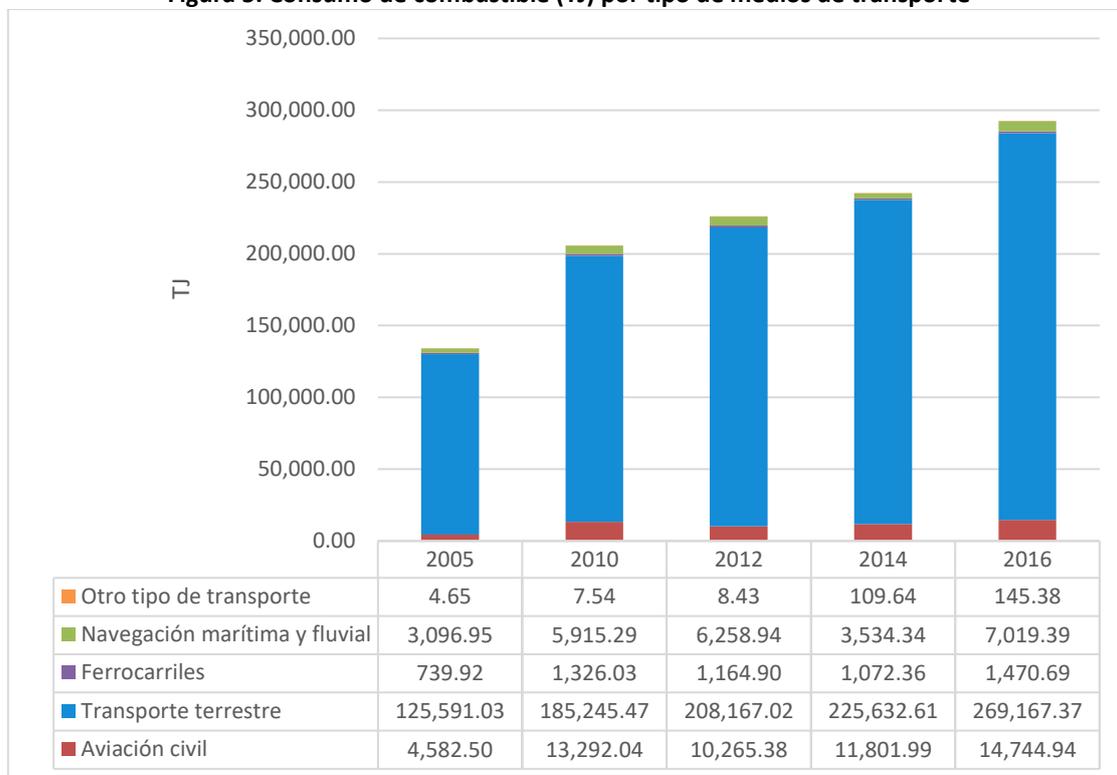
Fuente: DGAAM – MTC

Tal como se aprecia en la Figura 4, el transporte terrestre presenta un mayor número de unidades en todos los años, siendo que para el 2016 representa el 55% del total de todo el parque de medios de transportes a nivel nacional.

**Análisis de Consumo de combustible**

Dentro de los medios de transporte en el Perú, el transporte terrestre es el que genera mayor consumo de combustible registra en todos los últimos cinco años que se ha elaborado los RAGEI.

Figura 5. Consumo de combustible (TJ) por tipo de medios de transporte

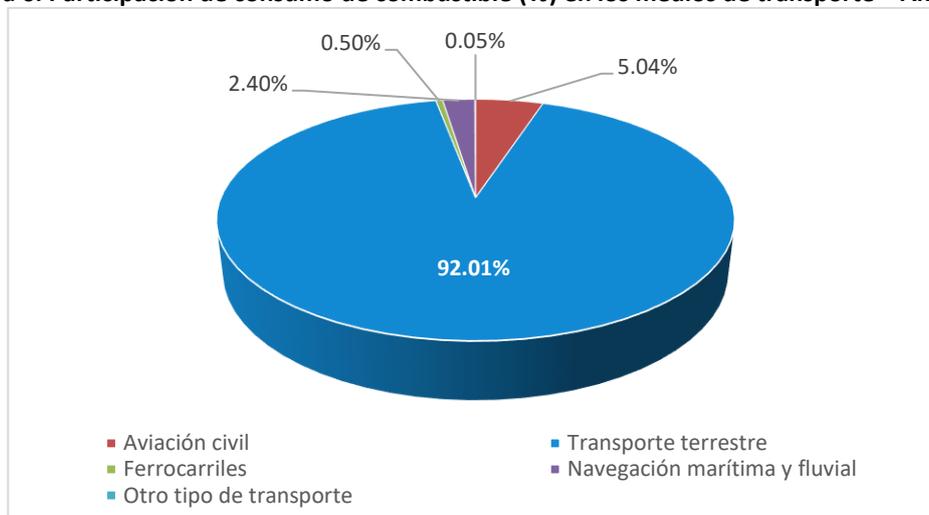


Fuente: DGAAM – MTC

Cabe mencionar que en la Figura 5, no se ha incluido el consumo de combustible del año 2000, ya que no se cuenta con información disponible para todos los medios de transporte, solo se cuenta con información para transporte terrestre.

Para el año 2016, el transporte terrestre corresponde al 91.70% de consumo de combustible en el sector de Transporte, mientras que otro tipo de transporte es el de menor participación en el consumo de combustible con 0.05%.

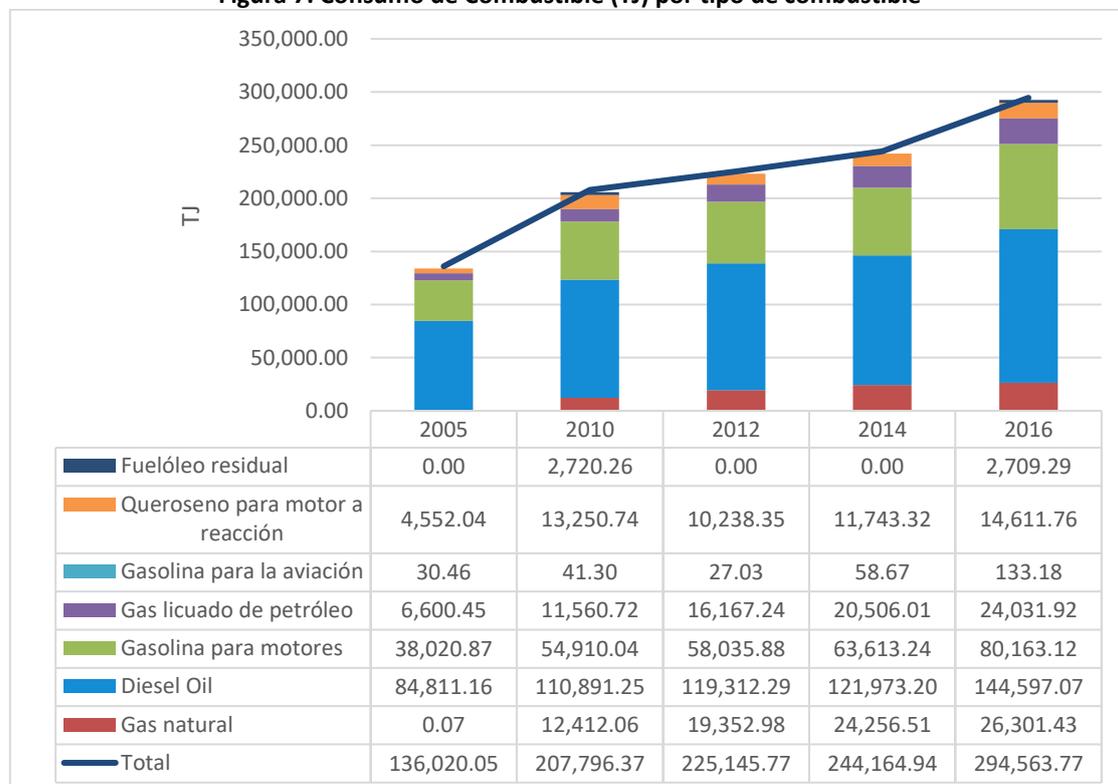
**Figura 6. Participación de consumo de combustible (TJ) en los medios de transporte – Año 2016**



Fuente: DGAAM – MTC

En los últimos cinco años, el Diésel ha sido el combustible de mayor demanda, a pesar de venir disminuyendo, tenemos que para el año 2005 su participación fue 62.35%, para el año 2010 disminuyó levemente a 53.37%, el año 2012 nuevamente disminuye a 52.99%, el año 2014 nuevamente disminuye a 49.96% y para el año 2016 continuó disminuyendo su participación a 49.09%.

**Figura 7. Consumo de Combustible (TJ) por tipo de combustible**



Fuente: DGAAM – MTC

En la Figura 7, se observa que, en los últimos cinco años, el Gas Natural, ha sido el combustible que ha ganado mayor demanda en la sub categoría de transporte terrestre, así tenemos para el año 2005 su participación fue mínima (0.0001%), mientras que para el año 2016 ya reporta un incremento de 8.93%.

### 3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI

#### 3.1. Organización para la elaboración del RAGEI

En el marco del Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM y de la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM, los sectores entre ellos el MTC, es la entidad competente encargada de la elaboración del RAGEI del Sector Energía, categoría de Combustión Móvil, por lo que elabora y presenta al MINAM el presente RAGEI 2016.

#### 3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI

Para los factores de emisión utilizados para la elaboración del RAGEI 2016 y actualizaciones de los RAGEI, se ha empleado valores que brindan por defecto las Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, capítulo 3<sup>2</sup>.

Los niveles de actividad requeridos han sido obtenidos en la mayoría de información proporcionada por las instituciones involucradas a los medios de transporte en el Perú. Con estas instituciones se sostuvieron además reuniones de trabajo con el fin de poner a conocimiento del proceso de elaboración continua de RAGEI en el marco del INFOCARBONO y hacerlos partícipes de los siguientes RAGEI.

#### Nivel interno (dentro del Ministerio)

- Acciones y arreglos implementados para el presente RAGEI

Durante el proceso de elaboración del presente RAGEI, no se implementaron arreglos institucionales internos oficiales, pero sí se realizaron reuniones con algunos órganos de asesoramiento y de línea del MTC, obteniendo los siguientes aportes.

- ✓ **Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC):** se consultó sobre el destino final de las ventas de turbo A1 efectuados directamente al consumidor, para lo cual no se tenía sustento, ni porcentaje de los consumidores directos (entre ellos fuerza militar aérea, patrullaje de helicópteros de la policía, helicópteros de rescate, etc.). Luego en coordinaciones con el MINAM y con la confirmación de Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), se identificó el consumo de Gasolina 100LL y Turbo A1 para uso militar, el cual ha sido extraído del RAGEI de Combustión Móvil para ser declarado en el RAGEI de Combustión Fija, a cargo del Ministerio de Energía y Minas (MINEM).
- ✓ **Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP):** específicamente con su Oficina de Estadística y asimismo con la Oficina de Informática de la Oficina General de Tecnología de la Información, se logró estimar la distribución del parque vehicular por tipo de transporte y tipo de combustible.

- Acuerdos de acciones y arreglos para siguientes RAGEI

Se gestionará la conformación de un equipo de trabajo que garantice la presencia de especialistas en las materias requeridas en este proceso, (especialistas en la elaboración de balances nacionales de energía -combustión móvil). El citado grupo estará bajo la

<sup>2</sup> [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf)

coordinación de la DGAAM, con el fin de asegurar que el proceso se desarrolle de la mejor manera y en los tiempos establecidos.

**Nivel interinstitucional (con otras instituciones del sector público y/o privado).**

Para la elaboración del presente RAGEI, la DGAAM solicitó información de otros actores involucrados con el fin de recopilar información que ha sido usada para la actualización de los RAGEI 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.

Asimismo, se identificaron otros actores involucrados a quienes de manera oficial se les solicitó información relevante para fines de ser incluidos en el proceso de información del reporte anual, donde también se les dio el alcance del INFOCARBONO mediante el desarrollo de tres (03) talleres de trabajo. Siendo algunos de ellos:

- ✓ **Autoridad Portuaria Nacional (APN):** Reporta el abastecimiento de combustible en las naves marítimas de los puertos del Perú. La APN se comprometió a realizar una revisión de la data proporcionada a través de una recopilación de información trimestralmente con el apoyo de una plantilla establecida y aprobada por el MTC.
- ✓ **Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP):** Brinda información sobre la cantidad de vehículos inscritos por tipo de vehículo y combustible.
- ✓ **Empresas de aeropuertos (TALMA, LAP, AdP):** Reporta la cantidad de vehículos por tipo y combustible, que realizan actividades internas en los aeropuertos.
- ✓ **APM Terminals:** Reporta la cantidad de combustible, empleado para los vehículos que realizan actividades internas en los puertos.
- ✓ **COFIDE (InfoGas):** Brinda la cantidad de gas natural vendido para el transporte terrestre a nivel nacional.
- ✓ **Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN):** Brindo información sobre la venta de combustible para el transporte terrestre, fluvial, ferroviario y aéreo, lo cual sirvió como insumo fundamental para los cálculos de GEI.
- ✓ **Línea 1:** Se ha incluido el consumo de combustible del material rodante del sistema ferroviario de la línea 1 del tren eléctrico, en los trabajos de mantenimiento.

### **3.3. Control y garantía de la calidad del RAGEI**

El RAGEI fue sometido a un proceso de control de calidad con la finalidad de evitar posibles errores, los mismos que se puedan suscitar por una mala transcripción de los datos, errores en la conversión de unidades, la ejecución de las estimaciones a través de fórmulas automatizadas, entre otros; todo ello con el fin de mejorar la transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud del RAGEI. Este proceso se ha realizado siguiendo las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006 y se han aplicado tanto para los niveles de actividad, la planilla de cálculo y los datos y resultados presentados en el siguiente reporte.

Adicionalmente, es importante mencionar que el RAGEI fue revisado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA por sus siglas en inglés), durante el proceso de revisión externa realizado al INGEI 2014 y que representan una acción de garantía de la calidad solicitado por el Estado Peruano.

#### **3.3.1. Control de calidad**

A continuación se presentan los procedimientos generales de control de calidad aplicados al RAGEI 2016.

**Tabla 1. Procedimientos generales de control de calidad 2016**

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC	Detalle de los procedimientos realizados por MTC
Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente.	Realizó verificación cruzada.	Se verificó que los datos de actividad, los factores de emisión y otros parámetros (factores de conversión) han sido registrados y archivados correctamente. Factores de emisión: IPCC GL 206, Volumen 2. Excel: RAGEI 2016 (se encuentran todos los factores de emisión)
Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna.	Confirmó las referencias teniendo en cuenta el uso de la norma APA <sup>3</sup> .	Se evitaron errores de transcripción cerciorándose que los datos de entrada están bien referenciados.
Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (fueran mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.	Realizó verificación cruzada	Se realizaron revisiones de datos aleatoriamente garantizando que estos han sido tomados correctamente.
Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones.	No se implementó.	No se implementó.
Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los cálculos originales y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.	No se implementó.	No se implementó.
Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos.	Realizó control aleatorio de unidades.	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas figuren en la planilla de cálculo
Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos.	Realizó control aleatorio de unidades.	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas se apliquen consistentemente en la planilla de cálculo. Algunos errores fueron identificados en pleno proceso de cálculo.
Controlar que los factores de conversión sean correctos.	Se implementó. A través de la DGAAM que realizó múltiples revisiones al contenido del Excel que contiene los factores de emisión y de conversión empleados para el cálculo.	Los factores de conversión respecto a las propiedades de los combustibles se trabajaron en base a los datos que fueron entregados por Petroperú y fueron trabajados minuciosamente.
Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.	No se implementó, ya que la actualización de los RAGEI's ha sido en base a actualización de data.	Se verificó las metodologías empleadas para realizar las tendencias en la serie temporal para el año 2000.
Confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.	Confirmó el procesamiento de la información	Se constató que toda la data de combustible reportado fue incluida en el RAGEI, siempre que haya sido factible, que toda la información referida a niveles de actividad ha sido debidamente utilizada.

<sup>3</sup> 2016. Normas APA. Recuperado de: [www.normasapa.com](http://www.normasapa.com)

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC	Detalle de los procedimientos realizados por MTC
Confirmar que las relaciones de los datos se encuentren bien representadas en la base de datos.	Se implementó.	Se realizó la trazabilidad de los datos para de esta manera asegurar que los datos están bien representados.
Garantizar que los campos de datos estén bien identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas.	No se implementó.	No se implementó.
Garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.	Se garantizó el archivo de documentos en la plataforma web del INFOCARBONO.	Toda la documentación referida a datos utilizados directa o indirectamente (como insumo para la estimación requerida) ha sido debidamente archivada.
Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.	Se comprobó la coherencia de los datos	Se compararon resultados obtenidos en distintas fuentes de emisión de GEI que requieren del mismo factor de emisión o conversión de manera que se aseguró la coherencia de los mismos.
Controlar que los datos de emisiones y absorciones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes.	Se verificó movimiento de los datos	Se ha asegurado que los resultados obtenidos por primera vez han agrupado de forma correcta hasta los resultados finales
Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.	Verificó movimiento de los datos	Se ha asegurado que los resultados obtenidos por primera vez han ido escalando de forma correcta hasta los resultados finales
Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	No se implementó.	No se implementó.
Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	No se implementó.	No se implementó.
Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Se revisó el proceso de cálculo de la incertidumbre	Se verificaron los cálculos realizados a través de una revisión minuciosa a los cálculos realizados.
De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).	No se implementó.	No se implementó.
Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Se revisó la coherencia temporal.	Se compararon los resultados de las emisiones de GEI según fuentes entre todos los inventarios desarrollados a manera de asegurar la coherencia entre dichos resultados.
Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	No se implementó.	No se implementó.
Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos.	Se implementó, con el EMEP/ CORINAIR la nueva versión (año 2016) para la estimación de combustible y emisiones de CO <sub>2</sub> - nivel 3 de cálculo para	Se revisó minuciosamente que los resultados obtenidos con la metodología de nivel 3 para aviación, este correctamente realizada, además de verificar que los resultados sean cercanos a las versiones anteriores. Se actualizó el RAGEI 2010 al 2014.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC	Detalle de los procedimientos realizados por MTC
	el transporte de aviación civil nacional.	
Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	No se implementó.	No se implementó.
Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir del año de base correspondiente, hasta el período del inventario actual.	Aseguró que se declaran las emisiones para todas las categorías.	Se identificaron fuentes que anteriormente no fueron consideradas, estas se han actualizado en todos los inventarios elaborados.
Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.	Se confirmó dicha cobertura.	Se han considerado todas las fuentes de emisión de GE, se buscará mejoras.
Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías.	Se implementó, con el apoyo de data de las empresas que realizan actividades internas en los puertos y aeropuertos.	Se solicitó información requerida a las empresas de los puertos y aeropuertos del Perú.
Controlar que se documenten los vacíos de datos conocidos que producen estimaciones incompletas, incluida una evaluación cualitativa de la importancia de la estimación respecto de las emisiones totales (p. ej., las subcategorías clasificadas como «sin estimar»)	No se implementó, ya que todos los datos reportados han sido incluidos en el RAGEI.	No se implementó.
Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si hay cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o absorciones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo.	Si se implementó.	Se han comparado los resultados obtenidos con los de inventarios anteriores, encontrándose valores cercanos y por tanto coherentes.
Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal. - ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados? - Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o absorciones?	No se implementó.	No se implementó.
Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.	Se realizó la verificación, especialmente para Navegación marítima y fluvial a nivel nacional.	Se verificó y se contrastó con los respectivos niveles de actividad
Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre.	Aseguramiento de uso de formatos comparables y trazabilidad de la información.	Se dispone de todas las referencias a la información utilizada en el RAGEI trabajado.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC	Detalle de los procedimientos realizados por MTC
Comprobar que los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada.	Se comprobó el archivo de datos.	Se dispone de una carpeta en donde se almacena toda la información digital utilizada para el proceso de cálculo del RAGEI.
Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario.	Se realizó dicho control.	Una vez finalizado se creó una copia al informe elaborado y la planilla de cálculo empleado, ambos archivos poseen seguridad a través de una contraseña.
Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del inventario.	No se implementó.	No se implementó.

Fuente: DGAAM – MTC

Adicionalmente se han considerado los siguientes procedimientos de control de calidad:

**Tabla 2. Procedimientos generales de control de calidad adicionales aplicados para el RAGEI 2016**

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC
<b>Control de calidad de los factores de emisión por defecto</b>	
Al utilizar factores de emisión por defecto del IPCC, es una buena práctica evaluar la aplicabilidad de estos factores a las circunstancias nacionales. Esta evaluación puede incluir el examen de las condiciones nacionales comparadas con el contexto de los estudios sobre los cuales se basaron los factores de emisión por defecto del IPCC. Si no hay información, esto debe ser considerado en el análisis e incertidumbre.	No se desarrolló esta acción. Pero se solicitó información a Cálidda data sobre las características y composición molecular del gas natural, con el fin de darle un control de calidad al factor de emisión estimado por el MINEM, pero no se obtuvo respuesta.
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque solo estén disponibles datos para un pequeño porcentaje de sitios o plantas).	No se disponen de factores de emisión de plantas productoras por lo que no se pudieron realizar comparaciones a ese nivel. Además, cabe mencionar que no se cuenta con Factores de emisión a nivel nacional (excepto para el gas natural).
<b>Control de calidad de la elaboración de factor de emisión nacional – Gas Natural</b>	
Si los factores de emisión se basan en ensayos específicos del sitio o del nivel de la fuente, se debe controlar si el programa de medición incluyó los procedimientos de CC adecuados.	El F.E del CO <sub>2</sub> para el gas natural, ha sido elaborado por el MINEM.
Para uso de datos secundarios, tratar de determinar si las actividades de CC realizadas durante la elaboración original de los datos son coherentes con los procedimientos de CC y si se identificaron y documentaron las limitaciones de los datos secundarios.	No aplica
Analizar si los datos fueron sometidos a la revisión de los pares y registrar el alcance de dicha revisión.	No aplica
Investigar la existencia de posibles conflictos de interés.	No aplica
Comparar los factores específicos del país con los factores de emisión por defecto del IPCC pertinentes. Las diferencias sustanciales deben explicarse o determinar si es un problema de calidad de la información.	No aplica
Comparaciones de factores de emisión entre países (comparables), las cuales puede combinarse con tendencias históricas trazando,	No aplica

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MTC
para diferentes países, el valor del año de referencia (p. ej. 1990), el valor del año más reciente y los valores mínimo y máximo.	
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque no estén disponibles para todos los sitios o plantas).	No aplica
<b>Control de calidad de datos de actividad a un nivel nacional.</b>	
Evaluar y documentar las actividades de CC asociadas al dato nacional, determinando si cumple con los procedimientos de CC general del inventario.	Se realizaron acciones de verificación de transcripción de los datos a través de muestreo aleatorio y análisis de data de combustibles a nivel nacional.
Siempre que sea posible, debe efectuarse un control de comparación de los datos de la actividad nacional con fuentes de datos de la actividad compilados en forma independiente.	Los niveles de actividad en su mayoría han sido obtenidos de fuentes primarias, de las que se desconoce si tras esta existe o no un adecuado control de la calidad. No se realizaron comparaciones con fuentes internacionales.
Comparaciones con muestras a nivel sub-nacional o a nivel de plantas. Deben ser representativas y la técnica de extrapolación debe capturar bien la población total analizada.	No se realizaron comparaciones con muestras a nivel sub-nacional o a nivel de plantas.
Controlar de tendencia de los datos de la actividad. Dado que se suponen cambios relativamente coherentes año a año, todo cambio sustancial debe documentarse y de ser posible explicar la ausencia de errores.	Se compararon los niveles de actividad con los datos históricos (ver capítulo 5) para identificar posibles irregularidades entre los datos. Los datos siempre han sido a nivel nacional obtenidos de la misma fuente.

Fuente: DGAAM – MTC

Los procedimientos mencionados en la tabla anterior se han llevado a cabo para cada subcategoría, las cuales se presentan en el capítulo 5 en la sección de control de calidad.

### 3.3.2. Garantía de calidad

Como se mencionó, la versión 2014, del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Perú (INGEI), fue sometido a revisión internacional, por parte del equipo US EPA, como parte de los procedimientos de garantía de calidad y que han sido considerados en el RAGEI 2016. En la siguiente tabla se presentan las observaciones al RAGEI 2014 así como las acciones implementadas en el RAGEI 2016.

**Tabla 3. Respuestas a las observaciones/mejoras del RAGEI 2014, como parte de la garantía de calidad del RAGEI 2016**

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
<b>Transparencia</b>		
El informe de combustión móvil contiene buen material, pero el diseño no sigue la misma estructura del capítulo de combustión estacionaria – el diseño del capítulo de combustión estacionaria está más claro.	Revisar la estructura del informe y considerar armonizar el diseño entre secciones. El capítulo de combustión estacionaria tiene una estructura mucho más amigable de seguir y entender.	El informe sigue la estructura para todos los sectores del INGEI. Esta fue propuesta por el MINAM, con el propósito de uniformizar los reportes de los RAGEI.
Una gran cantidad de detalle es suministrado sobre la composición de la flota, pero podría ser agrupado de una manera más organizada para presentar la información de manera más clara.	Perú debería reagrupar material, y presentarlo acorde al sector.	Se ha considerado un mejor orden en la presentación de los datos de la flota vehicular 2016 (ver hoja IP 1A3b, en libro de Excel)
Perú mezcla unidades imperiales y métricas en el texto y en las tablas.	Perú deberá presentar datos en unidades métricas solamente, y debería revisar cuidadosamente todas las conversiones de unidades imperiales a métricas.	El RAGEI del sector Transporte / Móvil, desarrollado por el MTC, pertenece a la categoría 1A (Quema de combustibles), que es desarrollado por el MINEM. El comentario de las unidades no fue realizado a las fuentes fijas (parte de 1A), desarrollado por el MINEM. Dado que es la misma categoría, consideramos que el uso de unidades imperiales debe ser uniforme a ambos tipos de fuentes: fijas y móviles. Se ha coordinado con MINEM para analizar la posibilidad de uniformizar las unidades en la próxima versión de los respectivos RAGEI.
Las hojas de cálculo utilizadas utilizan factores integrados, por ejemplo, los potenciales de calentamiento global.	Esto no es una Buena práctica y hace que las hojas de cálculo sean mucho más complejas de actualizar y revisar. Deberían de utilizarse rango de celdas con título.	Los factores de emisión, PCG, etc. se han considerado como variables en cada una general del Excel y usadas en el resto de las hojas, como parte del cálculo. El Excel ya no incluye valores integrados.
Las hojas de cálculo permiten visualizar los datos en gráficos.	Esta visualización es una Buena práctica y ayuda al control de calidad. Permite una magnitud de revisiones rápidas, así como la coherencia de series temporales. Perú debería utilizar esto más ampliamente.	Se ha mantenido y mejorado los gráficos.
<b>Coherencia de la serie temporal</b>		
No hay suficientes datos (datos de transporte modal) de actividad para asegurar la coherencia de la serie temporal completa.	Perú debería concentrarse en mejorar las series temporales de datos de actividad más recientes, así como debería asegurar la exactitud y exhaustividad.	Se ha reforzado la información para algunas fuentes en las subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ferrocarriles</li> <li>▪ Navegación marítima y fluvial nacional, y</li> </ul>

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Otro tipo de transporte</li> </ul> <p>Además, se han realizado tres talleres, a los actores involucrados, con el propósito de fortalecer capacidades en ellos y empezar a trazar una hoja de ruta. Esta tendrá como objetivo principal, el mejorar la recopilación y procedimientos de control de la información necesaria para el desarrollo del RAGEI (ver anexos 2, 3 y 4, en este documento).</p>
<b>Exactitud</b>		
<p>Los Niveles en cálculos metodológicos utilizados varían entre Nivel 1 a Nivel 3; el Nivel 1 es el más usado y Nivel 3 se utiliza para aviación civil.</p>	<p>Los métodos Nivel 1 ayudan a suministrar estimados precisos de las emisiones GEI. Perú debería intentar procurar utilizar niveles de Niveles mayores. Perú debería intentar prestar una atención en especial en la calidad de los datos de actividad utilizados en el inventario.</p> <p>Perú debería intentar utilizar mayores ecuaciones de mayores Niveles para categorías principales.</p>	<p>Con la información disponible actual, no es posible realizar el cálculo con nivel mayor al 1. Sin embargo, producto de los talleres realizados, se han cimentado las bases para la creación de un grupo de trabajo y la hoja de ruta del <b>RAGEI Transporte</b>.</p>
<p>Se han utilizado factores de emisión por defecto, con algunas densidades específicas de combustible a nivel País.</p>		<p>Se consideraba datos por defecto, para las densidades de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gas natural: que fue actualizado, según información local, proporcionada por el MINEM.</li> <li>▪ Gasolina 100LL: se mantiene el valor por defecto, puesto que no hay información local disponible.</li> <li>▪ Otros datos, como valor calórico neto y factores de emisión, se mantienen por defecto, a no contar con información local.</li> </ul>

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
<b>Exhaustividad</b>		
Las emisiones de aviación internacional han sido estimadas, pero no se incluyeron en las tablas del resumen sectorial.	Estos estimados deberían estar claramente incluidos, - aunque son una parte informativa y no parte de los totales nacionales GEI.	Los resultados de <b>aviación internacional</b> , si bien no forman parte del RAGEI, se han incluido en el libro Excel y reporte, como emisiones informativas.
Los estimados de incertidumbre del sector combustión móvil se presentan en la table 7: “Datos de incertidumbre en factores de emisión de la combustión móvil”.	Una revisión rápida de los datos indica que los rangos están correctos, pero Perú necesita explicar los cálculos realizados para determinar el punto medio de la incertidumbre utilizada en los cálculos.	Todos los cálculos de incertidumbre se realizaron de acuerdo a la metodología y fórmulas planteadas en las DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 (Vol. 1, Cap. 3: Incertidumbres)
Es probable que los vehículos para actividades agrícolas y minería (flota todo terreno) no hayan sido incluidos en el inventario.	Perú debe intentar las emisiones derivadas de estas actividades vehiculares. Las emisiones van a ser una pequeña fracción del total, por lo que Perú debería hacer un balance sobre la necesidad de obtener estos datos de actividad sobre otras prioridades del inventario.	Las emisiones por este tipo de vehículos no se incluyen para evitar doble conteo en la categoría 1A: Quema de combustibles, puesto que estas fuentes están incluidas en las subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1A4c: Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, y</li> <li>▪ 1A4cii: Vehículos todo terreno y otra maquinaria.</li> </ul> Estas son estimadas a través de cálculos con el Balance Nacional de Energía (BNE), desarrollado por el MINEM. De momento no es posible separar el combustible, en fuentes fijas y móviles, en BNE; sin embargo –aunque representan solo una pequeña fracción–, se contempla la posibilidad de estimar estos consumos de manera separada en próximos RAGEI.
<b>Comparabilidad</b>		
RAGEI 2014 y las actualizaciones a los inventarios GEI nacionales 2000, 2005, 2010 y 2012 han sido desarrollados siguiendo las directrices incluidas en la Guía N°2: Elaborando el informe anual de emisiones de gases de efecto invernadero – Sector energía: Categoría: Combustión móvil aprobada por la resolución Ministerial N ° 168-2016-MINAM. Las metodologías incluidas en esta guía están basadas en las directrices 2006 del IPCC.	El uso de metodologías estandarizadas ayuda a la comparabilidad del inventario GEI con el de otros países. Es importante que las metodologías de Perú estén totalmente alineadas a cualquier actualización metodológica que el IPCC publique.	Todos los procedimientos y fórmulas de cálculo de emisiones se realizaron acorde las guías 2006 del IPCC.

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
Perú ha calculado el total de incertidumbre sobre el nivel y la tendencia de emisiones sectoriales en el sector transporte.	Esta es una Buena práctica y ayuda con la priorización del inventario GEI.	Se ha mantenido el cálculo de la incertidumbre a este nivel.
<b>Control de calidad</b>		
Hay una clara evidencia que Perú ha pensado sobre las medidas de calidad requeridas, ya que presenta la tabla "Procedimientos generales para el control de calidad 2014" presenta una serie de pasos.	Los detalles específicos de cualquier actividad de revisión se deben registrar, incluyendo en el resumen presentado en esta tabla. Hay un número de revisiones importantes que se identifican pero que no se han implementado. En particular, estas son las que se deberían implementar: Revisar que los factores de ajuste y temporales han sido utilizados de manera correcta, revisar que los factores de conversión sean los correctos, <i>revisar que no existan brechas en datos que puedan producir estimados incompletos, incluir una evaluación cualitativa del documento sobre la importancia de los estimados para el total de las emisiones (Por ejemplo, las subcategorías clasificadas como "no estimadas"), revisar los valores utilizados de factores de emisión (emisiones agregadas divididas por el total de datos de actividad), revisar si existe alguna variación en algún año en particular y por qué, revisar si las emisiones han sido estáticas a través de las series temporales, revisar si los cambios en emisiones o absorciones ha sido capturado.</i>	En las tablas de control de calidad (tablas 2 y 3), se detallan las actividades específicas de revisión del RAGEI 2016. Además, los resultados se presentaron y discutieron en los talleres 2 y 3 <b>(ver anexos 3 y 4, en este documento)</b>
<b>Transparencia</b>		
El informe de combustión estacionaria tiene varios buenos elementos de transparencia. El informe sobre fuentes móviles también tiene buenos elementos de transparencia. Se requiere trabajar en armonizar los títulos de los capítulos, así como también detallar y clarificar detalles. Las hojas de cálculo sectoriales incrementan en gran medida la transparencia del inventario del sector energía, aunque aún se necesitan algunas mejoras en estas hojas de cálculo. Felicitamos a Perú por este trabajo.	-	Se ha venido coordinando el uso de un solo formato para todos los sectores, de tal manera de armonizar todo el reporte del inventario nacional.

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
<b>Coherencia</b>		
Existen algunas dificultades para el Perú en referencia a la elaboración de series temporales a años anteriores al 2000. Esto no es una limitación mayor. Perú debería concentrarse en mejorar la exactitud en años más recientes, especialmente en cualquier año que se haya utilizado como un comienzo y fin en objetivos de mitigación de GEIs.	-	El RAGEI 2000, no es el año tomado como referencia, o punto de partida de los objetivos de mitigación de GEIs en Perú. Este solo es tomado como referencia.
<b>Exactitud</b>		
Las emisiones de transporte 1A3 están presentadas como 28.26 kt CO <sub>2</sub> . El sector 1A de actividades de quema del combustible 30,334 kt CO <sub>2</sub> . Las emisiones de transporte parecen ser muy pequeñas como una fracción del total.	Perú podría confirmar que las emisiones de CO <sub>2</sub> del sector transporte sean así de pequeñas.	Los RAGEI del sector transporte reportan emisiones de GEI que van desde 9.45 TgCO <sub>2</sub> e (RAGEI 2000) a 21.04 TgCO <sub>2</sub> e (RAGEI2016).
<b>Exhaustividad</b>		
El inventario está en gran medida completo. Se requiere aún trabajar en realizar algunas estimaciones.	-	Parte de las actividades realizadas en el RAGEI 2016, fueron identificar a los actores (entidades que manejan información necesaria) e involucrarlos en el proceso de cálculo del RAGEI. Se espera trazar una hoja de ruta y procedimientos vinculantes, para próximos desarrollos del RAGEI.
<b>Comparabilidad</b>		
Las directrices 2006 del IPCC han sido utilizadas. Los factores de emisión de Nivel 1 se utilizan casi de manera exclusiva.	-	Se están sentando las bases para mejorar la información y poder estimar las emisiones en nivel 2 y 3, en un mediano plazo.

Fuente: DGAAM – MTC

## 4. METODOLOGÍA APLICADA

### 4.1. Metodología para el cálculo de emisiones de GEI

El RAGEI 2016 y las actualizaciones de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 han sido elaborados siguiendo las orientaciones de las DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Bajo esta metodología, se han estimado las emisiones correspondientes a las subcategorías de Transporte: aviación civil, transporte terrestre, ferrocarriles, navegación marítima y fluvial, y otro tipo de transporte. Las subcategorías consideradas en las estimaciones de GEI se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4. Descripción de categorías en el Sector de Energía-Combustión Móvil considerados en el RAGEI 2016**

Codificación	Categorías de fuentes y sumideros	GEI generados – directos e indirectos	GEI estimados en el RAGEI 2016
<b>1</b>	<b>Energía</b>		
<b>1A</b>	<b>Actividades de quema de combustibles</b>		
<b>1A3</b>	<b>Transporte</b>		
<b>1A3a</b>	<b>Aviación civil</b>		
1A3ai	Aviación internacional	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
1A3aii	Aviación nacional	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
<b>1A3b</b>	<b>Transporte Terrestre</b>		
1A3bi	Automóviles	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
1A3bii	Camiones para servicio ligero	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
1A3biv	Motocicletas	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
<b>1A3c</b>	<b>Ferrocarriles</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
<b>1A3d</b>	<b>Navegación marítima y fluvial</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
<b>1A3e</b>	<b>Otro tipo de transporte</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
1A3eii	Todo terreno	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O

Fuente: DGAAM – MTC

La estimación de los gases precursores emitidos por la quema de combustibles (NO<sub>x</sub>, CO, COVDM y SO<sub>2</sub>) es una acción que debe abordarse para los futuros RAGEI. Es importante recordar que estas estimaciones requieren nuevas hojas de cálculo, con procedimientos de EPA o EMEP / CORINAIR y que necesita información adicional a la que se gestiona actualmente para la elaboración del RAGEI.

### 4.2. Metodología para el análisis de la incertidumbre

El análisis de la incertidumbre de los resultados de las emisiones de GEI aquí presentado está basado en el nivel 1 del método de propagación del error obtenido en la Orientación de las Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre del IPCC 2000 (OBP 2000). Dicho método obtiene la incertidumbre por categorías individuales y además las tendencias entre un año de

interés y el año base, el cual por indicaciones de MINAM es el 2010. Este método combina las incertidumbres tanto de los niveles de actividad sumados en el total nacional como de los factores de emisión.

Dado que a nivel nacional no se cuentan con valores reales sobre la incertidumbre de los niveles de actividad, se han utilizado los valores dentro de los rangos que figuran en las Directrices del IPCC 2006.

Siguiendo la recomendación del IPCC, que señala textualmente que: “El compilador del inventario debe juzgar que tipo de sistema estadístico describe mejor las circunstancias nacionales”, se ha considerado que la información de datos de actividad usados en el RAGEI proviene de sistemas estadísticos menos desarrollados (utilizando un enfoque conservador).

Los procedimientos de cálculo aplicados a cada subcategoría se presentan en el capítulo 5 del presente documento.

### 4.3. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta la serie temporal de las emisiones de GEI de los años 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000, con las siguientes acciones de mejora.

**Tabla 5. Descripción de actualización de los RAGEI's**

Subcategoría / Fuente	Acción de actualización de RAGEI	RAGEI en que aplicó
Subcategoría: 1A3a - Aviación Civil  Fuente: 1A3a.ii Aviación nacional.	El EMEP / CORINAIR actualizó la herramienta de Excel con la cual se estima las emisiones de CO <sub>2</sub> y el combustible para los vuelos civiles. La versión actual es: Versión 2016 EMEP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RAGEI 2014</li> <li>▪ RAGEI 2012</li> <li>▪ RAGEI 2010.</li> </ul> Los RAGEI 2005 y 2000, no aplica, ya que la mayor cantidad de aviones por tipo, se encuentra en la versión 2013 del EMEP.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Con el apoyo de OSINERGMIN se identificó información del combustible que es de uso militar, este fue excluido de los consumos reportados:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ G100LL PV</li> <li>○ G100LL PAA</li> <li>○ Turbo A1 PV.</li> </ul>                             El restante del combustible estimado es reportado como otros servicios: vuelos especiales, tales como de turismo. Así tenemos: (G100LL PV+ G100LL PAA) – Combustible militar = Otros servicios - Vuelos especiales.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Además, del total de Turbo A1 NAC PPA, reportado por OSINERGMIN como vuelos nacionales se resta el estimado por EMEP, siendo el restante de uso de otras actividades (por ejemplo, mantenimiento).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RAGEI 2014</li> <li>▪ RAGEI 2012</li> <li>▪ RAGEI 2010.</li> </ul> Para los RAGEI 2005 y 2000, no se cuenta con esta información.
Subcategoría: 1A3c- Ferrocarriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Con el apoyo del MINAM se identificó (en base a las data proveniente de OSINERGMIN) información del combustible de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Unión Andina de Cementos S.A.A</li> <li>○ Votorantim Metais-Cajamarca.</li> </ul> </li> <li>▪ La Línea 1, del tren eléctrico reportó el consumo de combustible de vehículos ferroviarios para mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RAGEI 2014</li> <li>▪ RAGEI 2012</li> <li>▪ RAGEI 2010</li> </ul> Para los RAGEI 2005 y 2000, no se cuenta con esta información.

Subcategoría / Fuente	Acción de actualización de RAGEI	RAGEI en que aplicó
Subcategoría: 1A5b - Aviación Civil  Fuente: 1A5biii Móviles (otros)	En coordinación con el MINEM y el MINAM, se optó que el consumo de combustible para actividades militares se excluiría de los RAGEI de Combustión Móvil y pasarían a ser reportados por el MINEM en su RAGEI de Combustión Fija.	Aplica para todos los RAGEI: 2000, 2005, 2010, 2014 y 2016.

Fuente: DGAAM – MTC

5. RESULTADO SECTORIAL

5.1. Análisis de resultados

En el sector de Energía – Combustión Móvil se emitieron 21,041.94 GgCO<sub>2</sub>eq durante el año 2016. Las emisiones generadas por consumo de combustible en transporte internacionales (aviación y navegación internacional), se reportan por separado en este mismo capítulo.

Tabla 6. Emisiones nacionales de GEI por fuentes del sector Energía-Combustión Móvil - 2016

Código	Descripción	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
		(Gg)						
<b>1</b>	<b>ENERGÍA</b>							
<b>1A</b>	<b>Actividades de quema de combustible</b>							
<b>1A3</b>	<b>Transporte</b>	20,551.55	7.77	1.06	NE	NE	NE	NE
1A3 a	Aviación civil	1,079.29	0.01	0.03	NE	NE	NE	NE
1A3 aii	Aviación de Nacional	1,079.29	0.01	0.03	NE	NE	NE	NE
1A3 b	Transporte terrestre	18,833.23	7.69	0.97	NE	NE	NE	NE
1A3 bi	Automóviles	4,264.90	3.62	0.17	NE	NE	NE	NE
1A3 bii	Camiones para servicio ligero	5,696.71	0.75	0.29	NE	NE	NE	NE
1A3 biii	Camiones para servicio pesado y autobuses	5,156.25	1.26	0.36	NE	NE	NE	NE
1A3 biv	Motocicletas	3,715.37	2.06	0.15	NE	NE	NE	NE
1A3 c	Ferrocarriles	108.98	0.02	0.04	NE	NE	NE	NE
1A3 d	Navegación marítima y fluvial	519.96	0.05	0.01	NE	NE	NE	NE
1A3 dii	Navegación marítima y fluvial nacional	519.96	0.05	0.01	NE	NE	NE	NE
1A3 e	Otro tipo de transporte	10.10	0.00	0.00	NE	NE	NE	NE
1A3 eii	Todo terreno	10.10	0.00	0.00	NE	NE	NE	NE

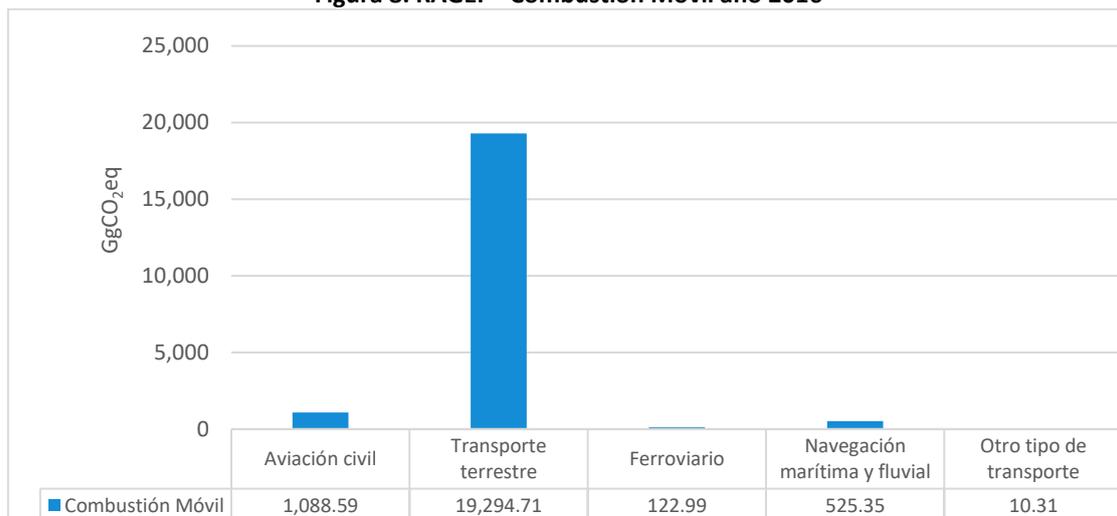
Fuente: DGAAM – MTC

Las mayores emisiones GEI reportadas en este RAGEI, se presentan en la subcategoría Transporte Terrestre con 19,294.71 GgCO<sub>2</sub>eq, que representa el 91.70% de las emisiones del sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es Aviación civil con 1,088.59 GgCO<sub>2</sub>eq, que representa el 5.17% de la categoría.

Las dos subcategorías descritas previamente representan el 96.87% de las emisiones de GEI de la categoría de Combustión Móvil.

En la siguiente figura se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub>eq por cada subcategoría:

**Figura 8. RAGEI – Combustión Móvil año 2016**

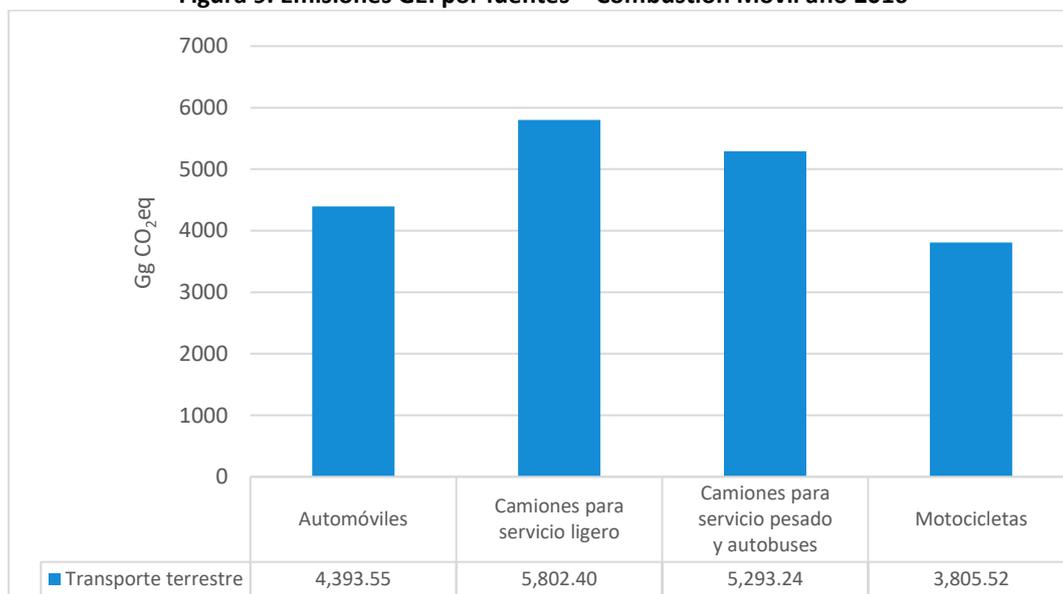


Fuente: DGAAM – MTC

Las subcategorías, con menor contribución de emisiones de GEI, en la categoría son: Navegación marítima y fluvial con 525.35 GgCO<sub>2</sub>eq (2.50%), Ferroviario con 122.99 GgCO<sub>2</sub>eq (0.58%) y otro tipo de transporte con 10.31 GgCO<sub>2</sub>eq (0.05%). Estas subcategorías representan el 3.13% de las emisiones de GEI de la categoría.

De la Figura 9, se ha realizado un análisis de las fuentes de la sub categoría transporte terrestre, donde, las tres fuentes que mayores emisiones emiten, son: Camiones para servicio ligero con 5,802.40 GgCO<sub>2</sub>eq (27.58%), Camiones para servicio pesado y autobuses con 5,293.24 GgCO<sub>2</sub>eq (25.16%) y Automóviles con 4,393.55 GgCO<sub>2</sub>eq (20.88%), que suman el 73.61 % del RAGEI en la categoría.

**Figura 9. Emisiones GEI por fuentes – Combustión Móvil año 2016**



Fuente: DGAAM – MTC

**Nota:** Las emisiones de GEI derivadas al transporte por tuberías (1A3ei) y pesca (Combustión móvil – 1A4ciii), no se consideran en este reporte dado que sus estimaciones le competen al MINEM según lo establecido en el INFOCARBONO.

**Reporte de Emisiones GEI de Aviación Civil y Navegación Marítima Internacional.**

De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones generadas por consumo de combustible en transporte internacionales (aviación y navegación internacional), se reportan por separado y excluida de los totales nacionales. Por lo tanto, a continuación se detallan estas emisiones GEI.

**Tabla 7. Emisiones GEI correspondientes a Aviación Civil y Navegación Marítima Internacional**

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono (Gg CO <sub>2</sub> )	Metano (Gg CH <sub>4</sub> )	Óxido nitroso (Gg N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI (Gg CO <sub>2</sub> e)
<b>Transporte</b>	<b>5,472.40</b>	<b>0.33</b>	<b>0.15</b>	<b>5,524.48</b>
<b>Aviación civil</b>	2,019.94	0.01	0.06	2,037.75
Aviación internacional	2,019.94	0.01	0.06	2,037.75
<b>Navegación marítima y fluvial</b>	3,452.46	0.31	0.09	3,486.74
Transporte marítimo internacional	3,452.46	0.31	0.09	3,486.74

Fuente: DGAAM – MTC

**Reporte de Emisiones GEI de los Biocombustibles del RAGEI 2016**

De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones de los biocombustibles no deben ser considerados en los totales nacionales, sino que deben reportarse como emisiones informativas. En este sentido, el volumen de estos ha sido excluidos según su participación en el porcentaje de mezcla que establece la norma peruana (5% biodiesel y 7.8% etanol). En las siguientes tablas se muestran los volúmenes de los combustibles sin biocombustibles.

En el RAGEI 2016, las emisiones de los biocombustibles (Biodiesel y etanol) generados fueron de 629.29 GgCO<sub>2</sub>eq.

**Tabla 8. Emisiones GEI de Biodiesel y Etanol en los biocombustibles**

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono (Gg CO <sub>2</sub> )	Metano (t CH <sub>4</sub> )	Óxido nitroso (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI (Gg CO <sub>2</sub> eq)
<b>Transporte</b>	<b>588.33</b>	<b>663.32</b>	<b>87.22</b>	<b>629.29</b>
Aviación civil	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte terrestre	580.69	651.00	85.28	620.80
Ferroviario	3.29	12.09	1.91	4.14
Navegación marítima y fluvial	4.15	0.18	0.04	4.16
Transporte todo terreno	0.19	0.05	0.00	0.19

Fuente: DGAAM – MTC

Las subcategorías de Aviación Civil, No aplica (NA), ya que el combustible utilizado en estas es solo Turbo A1 y Gasolina para aviación.

La subcategoría de Transporte Terrestre, es quien más emisiones de biomasa (etanol + biodiesel) reporta, con 620.80 GgCO<sub>2</sub>eq y la fuente que menores emisiones reporta, de biomasa, es transporte todo terreno (0.19 GgCO<sub>2</sub>eq biodiesel).

En el año 2016 las emisiones de GEI de casi todas las fuentes resultaron mayores respecto a los inventarios anteriores, lo cual es lógico dada la creciente demanda de medios de transporte, tal como lo hemos descrito anteriormente en el capítulo 2.

**Tabla 9. Fuentes con emisiones de GEI inferiores a años anteriores**

Categorías de fuentes y sumideros	RAGEI (GgCO <sub>2</sub> eq)					
	2000	2005	2010	2012	2014	2016
Aviación civil	112.04	369.50	708.48	795.00	902.17	1,088.59
Transporte terrestre	9,108.45	9,244.53	13,358.60	14,984.75	16,151.58	19,294.71
Ferrovionario	56.32	61.45	110.88	97.42	89.68	122.14
Navegación marítima y fluvial	168.79	231.86	444.63	468.87	256.37	525.34
Otro tipo de transporte	0.19	0.32	0.53	0.60	8.14	10.30

Fuente: DGAAM – MTC

## 5.2. Análisis de incertidumbre

La incertidumbre combinada resultó en  $\pm 1.27\%$  mientras que para la incertidumbre introducida en la tendencia esta resultó en un  $\pm 0.03\%$ . Ambas se consideran bajas, lo cual es importante porque indican que los resultados de emisiones de GEI por quema de combustibles (1A) no se encuentran muy alejados de la realidad (valores con alta exactitud).

Tabla 10. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones por actividades de quema de combustibles – Combustión Estacionaria

Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
		Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$(G \cdot D) / \Sigma D$	$I \cdot F$	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		%	%	%	%	%	%	%
<b>Energía</b>								
<b>Quema de combustibles</b>								
Queroseno para motor a reacción	CO <sub>2</sub>	0.0%	5.0%	5.0%	0.58%	0.00%	0.00%	0.00%
Gasolina para la aviación	CO <sub>2</sub>	2.9%	5.0%	5.8%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	0.0%	3.5%	3.5%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	0.0%	3.0%	3.0%	0.63%	0.00%	0.01%	0.01%
Diesel Oil	CO <sub>2</sub>	0.0%	1.8%	1.8%	0.76%	0.00%	0.00%	0.01%
Diesel Oil S-50	CO <sub>2</sub>	0.7%	0.5%	0.9%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gas Natural	CO <sub>2</sub>	0.0%	3.5%	3.5%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%
Fuelóleo residual	CO <sub>2</sub>	0.0%	3.0%	3.0%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%
Queroseno para motor a reacción	CH <sub>4</sub>	104.4%	21.5%	106.6%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gasolina para la aviación	CH <sub>4</sub>	33597.9%	21.5%	33597.9%	0.00%	0.000%	0.00%	0.00%
Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	2.5%	25.0%	25.1%	0.03%	0.000%	0.01%	0.01%
Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	2.1%	31.3%	31.3%	0.06%	0.00%	0.01%	0.01%
Diesel Oil	CH <sub>4</sub>	1.4%	36.4%	36.4%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
Gas Natural	CH <sub>4</sub>	1.4%	25.0%	25.0%	0.05%	0.00%	0.01%	0.01%
Diesel Oil S-50	CH <sub>4</sub>	747.9%	45.4%	749.3%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Fuelóleo residual	CH <sub>4</sub>	10.7%	50.0%	51.1%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%
Queroseno para motor a reacción	N <sub>2</sub> O	2.4%	21.5%	21.6%	0.02%	0.00%	0.01%	0.01%
Gasolina para la aviación	N <sub>2</sub> O	768.9%	21.5%	769.2%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%

Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
		Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$(G \cdot D) / \Sigma D$	$I \cdot F$	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		%	%	%	%	%	%	%
Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	78.9%	25.0%	82.7%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	2.0%	31.3%	31.3%	0.09%	0.00%	0.01%	0.01%
Diesel Oil	N <sub>2</sub> O	0.9%	36.4%	36.4%	0.25%	0.00%	0.01%	0.01%
Gas Natural	N <sub>2</sub> O	4.7%	25.0%	25.4%	0.02%	0.00%	0.01%	0.01%
Diesel Oil S-50	N <sub>2</sub> O	22.6%	45.4%	50.7%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%
Fuelóleo residual	N <sub>2</sub> O	2.5%	50.0%	50.1%	0.05%	0.00%	0.01%	0.01%
<b>Total</b>	<b>CO<sub>2eq</sub></b>				<b>1.27%</b>			<b>0.03%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

### 5.3. Actualización de la serie temporal

La serie temporal es un componente central del RAGEI, que suministra información sobre las tendencias históricas de las emisiones. Se ha realizado un análisis y se ha actualizado las versiones anteriores de los RAGEI, teniendo en cuenta que las tendencias de emisiones no deben ser sobre ni subestimadas, en la medida en que pueda juzgarse, cumpliendo así uno de los principios de calidad del reporte. La serie temporal, se ha estimado de forma coherente, lo que significa que -en la medida posible-, se ha calculado utilizando el mismo método y con las mismas fuentes de datos para todos los años (a excepción del INGEI año 2000).

Durante el proceso de elaboración del RAGEI del año 2016 se revisaron las planillas de cálculo desarrollados para los inventarios anteriores, así como su respectivo reporte; logrando encontrar algunas omisiones y errores, que nos ha permitido realizar mejoras (capítulo 4.2) con impacto directo en la magnitud de las emisiones y que se han incorporado a toda la serie temporal.

Todas las mejoras han sido incorporadas en los cálculos de los años 2016, 2014, 2012, 2010 y 2005, gracias a la data nacional que se ha recopilado. Para el año 2000, en todas las subcategorías (a excepción de transporte terrestre, que cuenta con información de consumo de combustible, obtenida a través de un estudio realizado por PROCLIM para ese año), no se tiene datos nacionales, que permitan la actualización, ya que la información empleada en el año 2000, corresponde a ratios que no son claramente justificados.

A continuación se resume la serie temporal para el RAGEI 2016, 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000, aplicando una actualización para estos últimos.

**Tabla 11. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas de los RAGEI**

Categorías		2000			2005			2010			2012			2014			2016
		O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
1A3a	Aviación civil	481.21	112.04	-76.72%	369.50	369.50	0.00%	670.55	708.48	5.66%	762.24	795.00	4.30%	799.70	902.17	12.81%	1,088.59
1A3b	Transporte terrestre	9105.25	9,108.45	0.04%	10,061.31	9,244.53	-8.12%	13,616.59	13,358.60	-1.89%	14,962.27	14,984.75	0.15%	16,139.48	16,151.58	0.07%	19,294.71
1A3c	Ferrocarriles	73.3	56.32	-23.17%	75.09	61.45	-18.16%	101.01	110.88	9.77%	93.05	97.42	4.69%	76.65	89.68	16.99%	122.99
1A3d	Navegación marítima y fluvial	168.79	168.79	0.00%	231.86	231.86	0.00%	449.42	444.63	-1.07%	462.71	468.87	1.33%	246.40	256.37	4.05%	525.34
1A3e	Otro tipo de transporte	0.18	0.19	4.62%	0.14	0.32	127.83%	0.15	0.53	255.46%	0.16	0.60	272.66%	7.49	8.14	8.67%	10.31
<b>TOTAL</b>		<b>9,828.73</b>	<b>9,445.78</b>	<b>-3.90%</b>	<b>10,737.90</b>	<b>9,907.66</b>	<b>-7.73%</b>	<b>14,837.72</b>	<b>14,623.12</b>	<b>-1.45%</b>	<b>16,280.43</b>	<b>16,346.64</b>	<b>0.41%</b>	<b>17,269.72</b>	<b>17,407.94</b>	<b>0.80%</b>	<b>21,041.94</b>

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

Fuente: DGAAM – MTC

Según se observa en la tabla anterior, tenemos que las emisiones del RAGEI 2000 actualizado disminuyeron en 3.90%; en el caso del RAGEI 2005 actualizado las emisiones disminuyeron en 7.73%; en el caso del RAGEI 2010 las emisiones disminuyeron en 1.45%, para el caso del RAGEI 2012 las emisiones se incrementaron en 0.41% y para el RAGEI 2014 las emisiones se incrementaron en 0.80%.

En general, las variaciones entre los valores actualizados de las emisiones y los valores originales, se deben principalmente a mejoras en la información para los niveles de actividad de las diversas fuentes de emisión, salvo para el caso de la subcategoría Aviación civil en el año 2000, cuyo valor actualizado ha sido producto de un cambio metodológico en el cálculo de las emisiones.

En general, a lo largo de la serie temporal, se observa un incremento progresivo en las emisiones, el cual está en concordancia con el crecimiento del consumo de energía de las diversas fuentes de emisión, tal como se aprecia en el Figura 10.

**Figura 10. Emisiones de GEI por tipo de medios de transporte (GgCO<sub>2</sub>eq)**



Fuente: DGAAM – MTC

**6. RESULTADOS POR SUBCATEGORÍAS**

En esta sección se presenta información y el análisis detallado por subcategoría y comprende:

- i. Aviación civil (1A3)
- ii. Transporte terrestre (1A3b)
- iii. Ferrocarriles (1A3c)
- iv. Navegación marítima y fluvial (1A3d)
- v. Otro tipo de transporte (1A3e)

**6.1. Subcategoría 1A3a: Aviación civil**

Las emisiones procedentes de la aviación son el resultado de la quema del combustible de reactores (queroseno y gasolina para motor a reacción) y gasolina para aviación.

A continuación, se presentan las fuentes que emplean la misma metodología para estimar las emisiones GEI en Aviación:

**Tabla 12. Categoría de Fuentes y sus definiciones IPCC**

Categoría de fuente	Alcance
1A3a Aviación civil	Emisiones de la aviación civil internacional y nacional, incluidos despegues y aterrizajes. Abarca el uso civil comercial de aviones, incluido: tráfico regular y <i>chárter</i> para pasajeros y carga, taxis aéreos y aviación general. La división entre vuelos internacionales/nacionales debe determinarse en base a los lugares de salida y de llegada de cada etapa de vuelo y no por la nacionalidad de la línea aérea. Queda excluido el uso de combustible para transporte terrestre en los aeropuertos, que se declara en 1A3e: Otros transportes. Quedan también excluidos los combustibles para quema estacionaria en aeropuertos; se declara en la categoría adecuada de quema estacionaria.
1A3ai Aviación internacional (tanques de combustible internacional)	Emisiones de vuelos que salen desde un país y llegan a otro. Incluyen despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. Se pueden incluir las emisiones de la aviación militar internacional como subcategoría separada de la aviación internacional, siempre y cuando se aplique la misma distinción en las definiciones y haya datos disponibles para respaldar la definición.
1A3aii Aviación Nacional	Emisiones de tráfico civil nacional de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.), incluyendo despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. Nótese que puede incluir viajes de considerable extensión entre dos aeropuertos de un país (p. ej., de San Francisco a Honolulu). Excluye los militares, que deben declararse en 1A5b.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2; p. 3.58

De las fuentes mencionadas en la tabla anterior, se reportan las emisiones de GEI de aviación civil internacional y nacional de uso civil comercial, incluido tráfico regular e irregular para pasajeros, carga y aviación en general.

Las emisiones de GEI generadas por la quema de combustible en los vehículos terrestres de los aeropuertos se declaran en 1A3e Otro tipo de transporte (capítulo 6.5 de este informe).

Así, las fuentes reportadas en esta sección de aviación son:

- 1A3ai: Aviación Internacional
- 1A3aii: Aviación Nacional

Cabe mencionar, que las fuentes de Aviación Nacional consideran viajes aerocomerciales nacionales y viajes aéreos especiales nacionales:

- **Viajes aerocomerciales nacionales:** son los vuelos comerciales regulares y no regulares que reportan las empresas o instituciones de aviación (ejemplo: LAN a partir del año 2012 por el conjunto de las operaciones de LAN y TAM, nace LATAM AIRLINES<sup>4</sup>; Avianca, etc.) a la DGAC, indicando origen y destino de los vuelos.
- **Viajes aéreos especiales nacionales:** son los vuelos de servicios especiales o privados (ejemplo empresas que cuentan con aviones privados), la DGAC solo se reporta número de naves de esta actividad; por lo que el consumo de combustible de estas naves es obtenido de OSINERGMIN, donde se reporta como demanda en aviación del combustible: G100LL y TA1.

A continuación, se detalla la metodología aplicada para la estimación de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de la subcategoría de aviación civil (1A3a).

### 6.1.1. Método de cálculo

En esta categoría se tienen tres niveles de cálculo, tal como se describe:

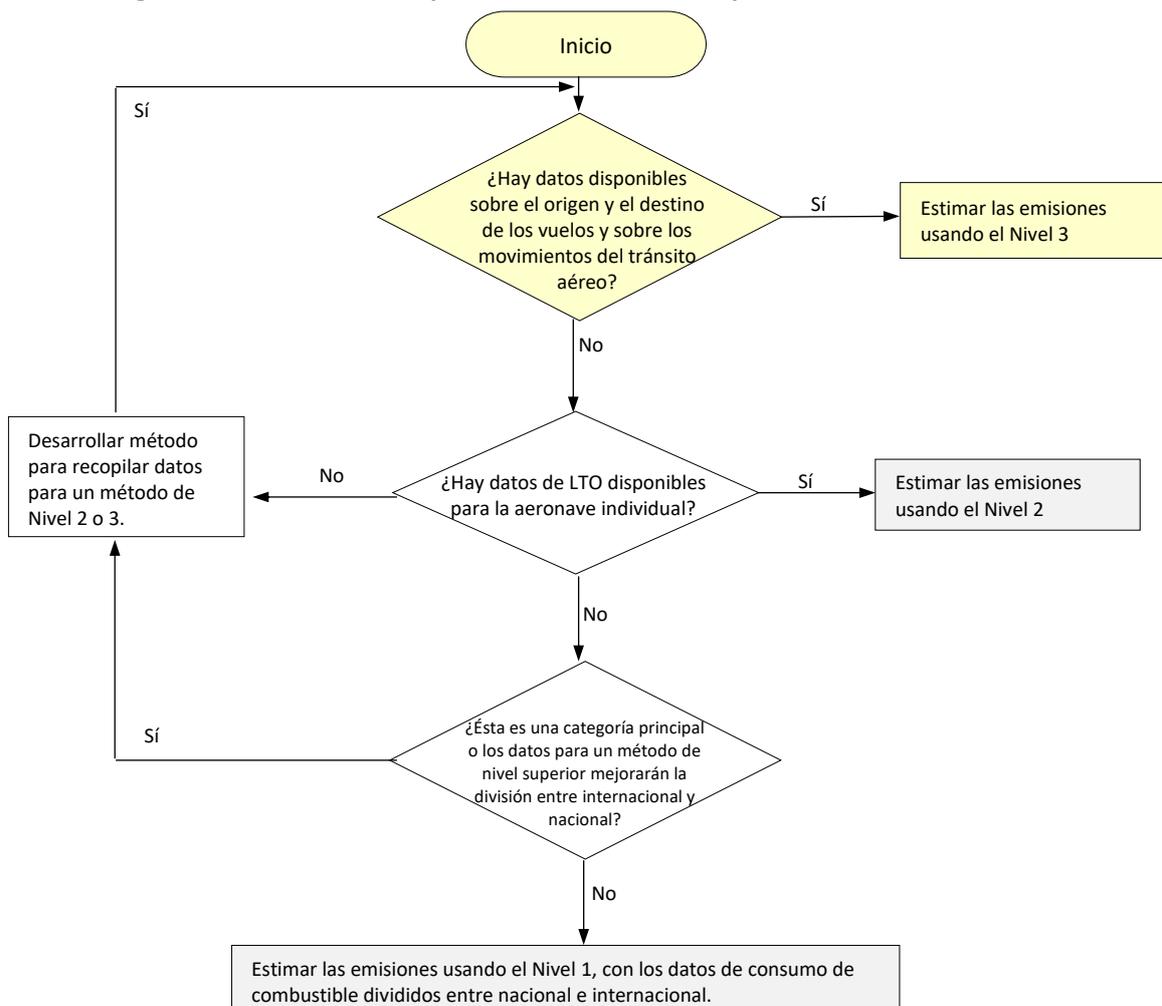
- Nivel 1: Se calcula multiplicando la información de consumo de combustible estimado con el factor de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.
- Nivel 2: Es igual al Nivel 1, pero se utilizan los factores de emisión específicos del país (ya no se consideran los valores por defecto).
- Nivel 3A: Se basan en los datos reales del movimiento del vuelo: para los datos de origen y destino (OD).

El árbol de decisiones que se presenta a continuación ayuda a seleccionar el nivel que debe utilizarse para estimar las emisiones de las fuentes: aviación aerocomercial nacional, internacional, fuerzas militares aérea y móvil en aeropuertos.

---

<sup>4</sup> Formado oficialmente el 22 de junio de 2012, tras concretarse la oferta de intercambio de acciones entre LAN Airlines y TAM Líneas Aéreas. Recuperado de: [https://www.latam.com/es\\_pe/conocenos/historia/](https://www.latam.com/es_pe/conocenos/historia/)

Figura 11. Árbol de decisión para estimar las emisiones procedentes de las aeronaves



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 3.6.1

Para identificar el Nivel de cálculo seguimos lo que indica el árbol de decisiones presentado:

- Para Nivel 3: se divide en A y B, según se resume
  - **3A:** se debe responder la pregunta: ¿Hay datos disponibles sobre el origen y el destino de los vuelos?
  - **3B:** que debe responder a la pregunta: ¿Hay datos disponibles sobre movimientos del tránsito aéreo?

**De acuerdo a la información recopilada:** Sí hay datos de origen y destino de los vuelos para viajes aerocomerciales a nivel nacional, pero no para Internacional ni para móvil (componente de aviación). Por lo tanto, tenemos que para Viajes aerocomerciales nacionales se desarrollará con el Nivel 3A de cálculo. Para las subcategorías restantes no se usará el Nivel 3, y se selecciona, según se describe en los siguientes ítems.
- Para Nivel 2: se debe responder a la pregunta ¿Hay datos de LTO disponibles para la aeronave individual?  
De acuerdo a la información recopilada: No hay data para ninguna de las fuentes restantes; como no se dispone de este nivel de data, procedemos con el siguiente nivel.
- Para Nivel 1: se debe responder a la pregunta: ¿Esta es una categoría principal?

De acuerdo a la información recopilada: Si lo es, pero como ya fue identificado el Nivel de cálculo para los viajes aerocomerciales nacionales; podemos optar por elegir este Nivel 1 para la subcategoría: Aviación comercial especial nacional y Aviación Aerocomercial Internacional, debido que contamos solo con los datos de venta de combustible para estas fuentes.

Por lo tanto, según la información disponible para el año 2016, y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel de cálculo que corresponde aplicar para estimar las emisiones de los viajes aerocomerciales nacionales es el Nivel 3A; sin embargo, para el cálculo de las emisiones de los viajes aéreos especiales nacionales y aviación internacional, el método adecuado es el Nivel 1.

En la siguiente tabla se resume la selección de nivel de cálculo por cada fuente en Aviación.

**Tabla 13. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión de la subcategoría Aviación**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Fuente de información	Tier/ Nivel
1	<b>Energía</b>				
1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>				
1A3	<b>Transporte</b>				
1A3a	<b>Aviación Civil</b>				
1A3ai	Aviación Internacional	Consumo de gasolina para aviación	Demanda de Combustibles de Aviación (TA1 EXPORT PAA)*	OSINERGMIN	1
1A3aii	Aviación de cabotaje (Aviación Nacional)	Viajes aerocomerciales: Origen y Destino (OD) por tipo de aeronave.	Viajes aerocomerciales a nivel nacional año 2016	MTC, vía – DGAC**	3A
		Otras actividades: Viajes especiales o turísticos y mantenimiento Consumo de gasolina para aviación (TJ).	Demanda de Combustibles de Aviación (G100LL PV-PAA)*  Otras actividades = Venta de Turbo A1 Nac – Estimación TA1 EMEP.	OSINERGMIN	1

Fuente: DGAAM – MTC

\*Nomenclatura OSINERGMIN en datos nacionales:

PV : Planta de Ventas (Corresponden a los despachos efectuados directamente desde Planta de Ventas y/o Terminales hacia los Consumidores Directos).

PAA : Planta de Abastecimiento Aeropuerto (Corresponden a los despachos efectuados desde Planta de Abastecimiento en Aeropuerto directamente en ala de avión).

EXPORT : Exportación

G100LL : Gasolina para avión

\*\*Dirección General de Aviación Civil

6.1.2. Datos de actividad

En la siguiente tabla se presenta la descripción del nivel de actividad y los datos nacionales empleados en la subcategoría Aviación civil.

Tabla 14. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Aviación Civil

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
1	<b>Energía</b>							
1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
1A3	<b>Transporte</b>							
1A3a	<b>Aviación Civil</b>							
1A3ai	Aviación Internacional	Consumo de gasolina para aviación.	Demanda de Combustibles de Aviación (TA1 EXPORT PAA)	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – SCOP (s.f). [RQ_Comb_VF_2005_2018.xlsx. (Libro de Excel)].	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i> ) Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Data es proporcionada por OSINERGMIN a través de un Libro de Excel (se emplea TA1 EXPORT PAA, como combustible Turbo A1 para la aviación internacional).
1A3aii	Aviación de cabotaje (Aviación Nacional)	Viajes especiales o turísticos: Consumo de gasolina para aviación.	Demanda de Combustibles de Aviación (G100LL PV-PAA)					Para viajes comerciales: la data empleada es brindada por la DGAC-MTC, quienes reportan sus emisiones de CO <sub>2</sub> a la OACI (Organismo de Aviación Civil Internacional) y emplean la misma metodología que se emplea en este RAGEI para estimar las emisiones GEI a nivel Nacional.
		Viajes aerocomerciales: Origen y Destino (OD) por tipo de aeronave.	Viajes aerocomerciales a nivel nacional año 2016.	Cantidad de viajes OD Km	Ministerio de Transporte y Comunicaciones – DGAC (s.f). [Nac. Año 2016.xlsx (Libro de Excel)].	A través de EMEP/CORINAIR se estima el consumo de combustible y las emisiones de CO <sub>2</sub> . Las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O se estiman con los F.E proporcionados por las DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006.		Para viajes turísticos o especiales: la data es proporcionada por OSINERGMIN. (Combustible G100LL).

Fuente: DGAAM – MTC

A continuación, se describe los procedimientos de cálculo del nivel de actividad, incluyendo acciones de mejora, en las fuentes que aplica:

**1A3ai - Aviación nacional:**

Como acción de mejora en esta fuente, fue la aplicación del método del nivel 3 (específicamente nivel 3A) para estimar el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>; para lo cual fue necesario:

- a) **Vuelos aerocomerciales nivel nacional:** la información incluyó, para el 2016, la cantidad de vuelos a nivel nacional y su origen-destino. Esta información fue proporcionada por el MTC – DGAC.
- b) **Modelos de aeronaves aerocomerciales:** los vuelos proporcionados por MTC – DGAC, incluyó información de tipos de aeronaves las cuales fueron agrupadas por modelos comerciales. El documento de estos cálculos se presenta adjunto en un libro de trabajo (carpeta: “EMEP-Estimaciones”).

**Otras actividades: Viajes aéreos especiales nacionales**

Se toma la información brindada por OSINERGMIN correspondiente a la demanda de combustibles de aviación, en miles de barriles de gasolina 100LL y Turbo TA1 en aviación (previamente se le resta el consumo de combustible por actividades militares).

Además, se incluye el combustible restante de lo estimado por EMEP (vuelos O/D) y de lo reportado por OSINERGMIN (venta TA1 Nac.); este es destinado para actividades de mantenimiento y vuelos aerocomerciales.

**Tabla 15. Demanda de Combustibles de Aviación (G100LL PV-PAA)**

Combustible de aviación			
G100LL PV (MB)	G100LL PAA (MB)	Turbo A1 PV (MB)	Turbo A1 NAC PAA (restante) (gal)
6.0	21.1	42	22,579,135

Fuente: OSINERGMIN: Demanda nacional de combustibles según categoría<sup>5</sup>

**1A3ai - Aviación internacional**

Para aviación internacional, corresponde al consumo de combustible en todas las naves que realizan viajes desde Perú hacia el exterior del país y que naves estas se hayan abastecido de combustible en el Perú. Esta información, es brindada por OSINERGMIN, y corresponde a la demanda nacional de combustibles de aviación, expresada en miles de barriles (turbo A1 de aviación de exportación).

**Tabla 16. Demanda de combustibles según categoría – TA1 Exportación**

Año	Combustible de aviación (MB)
	Turbo A1 EXPORT PAA
2016	5,108.0

Fuente: OSINERGMIN: Demanda nacional de combustibles según categoría<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Ubicado en: RQ\_Comb\_VF\_2005\_2016 (Libro de Excel)].

<sup>6</sup> Ubicado en: RQ\_Comb\_VF\_2005\_2016 (Libro de Excel)].

### 6.1.3. Factores de emisión y de conversión

A continuación, se detalla los factores de emisión empleados en Aviación y para cada una de las fuentes:

**Tabla 17. Factores de emisión empleados – Aviación**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
Aviación Internacional	Factor de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso procedentes de combustión móvil (kg CO <sub>2</sub> /TJ; kg CH <sub>4</sub> /TJ y Kg N <sub>2</sub> O/TJ).	D	-	1	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 2, Capítulo 3, p. 3.64). Recuperado de <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html</a>
Aviación de cabotaje (Aviación Nacional)	Factor de emisión de metano y óxido nitroso procedentes de combustión móvil kg CH <sub>4</sub> /TJ y Kg N <sub>2</sub> O/TJ).	D	-	1	*Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 2, Cap. 3, p. 3.64). Recuperado de <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html</a>
	Factor de emisión de dióxido de carbono procedente de combustión móvil (kg CO <sub>2</sub> /TJ).	-	-	3A	* EMEP/CORINAIR. Recuperado de ( <a href="http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013">http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013</a> ).

Fuente: DGAAM – MTC

Los valores de los factores de emisión por defecto de la Directrices del IPCC de 2006 aplicados en los cálculos de emisiones de GEI de las subcategorías analizadas en esta sección se muestran a continuación:

**Tabla 18. Factores de emisión**

Tipo de combustible	CO <sub>2</sub> [kg/TJ]	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O [kg/TJ]
Gasolina para aviación	70000	0.50	2.00
Queroseno para motor reacción	71500		

Fuente: DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol. 2, p. 3.64

Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas, por lo tanto, se utiliza los valores de densidad y poder calorífico (VCN) de dichos combustibles, cuyos valores se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 19. Densidades empleadas**

Tipo de combustible	Densidad inferior	Densidad superior	Densidad Promedio / empleada	Unidad
Turbo A1 <sup>a</sup>	0.809	-	0.809	Kg/L
Gasolina 100LL <sup>b</sup>	700	720	710	Kg/m <sup>3</sup>

<sup>a</sup> Petroperú<sup>7</sup>

<sup>b</sup> Shell España<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (s.f). [Oficio con información de densidades (SEHS-666-2016)]

<sup>8</sup> Shell España, S.A (s.f). [Densidad de gasolina 100LL]. Recuperado de <http://www.aerodromolajuliana.es/pdf/avgas.pdf>

Para la gasolina 100LL, que presenta dos valores de densidades (700 y 720 Kg/m<sup>3</sup>), se ha emplea el promedio de estos dos: 710 Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 20. VCN empleadas**

Tipo de combustible	VCN	Unidad
Turbo A1 <sup>a</sup>	43.0	MJ/kg
Gasolina 100LL <sup>b</sup>	43.5	MJ/kg

<sup>a</sup> Petroperú<sup>26</sup>

<sup>b</sup> Petroperú<sup>9</sup>

Adicionalmente, se realizó conversión de unidades cuyos valores aplicados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 21. Datos de conversión de unidades**

1 gal =	0.003785	m <sup>3</sup>
1 gal =	3.7854	L

Fuente: Sistema Internacional de Medidas (SI)<sup>10</sup>

#### 6.1.4. Análisis de resultados

##### Emissiones GEI en la subcategoría Aviación Civil

Para el año 2016, la subcategoría Aviación Civil, específicamente aviación nacional, generó 1,079 GgCO<sub>2</sub>, 0.01 GgCH<sub>4</sub> y 0.03 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 1,088.59 GgCO<sub>2</sub>eq representando el 5.17% del total de la categoría.

##### Emissiones GEI en Aviación Internacional

De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones procedentes de la aviación internacional deben ser declaradas aparte de la aviación nacional y excluida de los totales nacionales. En este sentido, en esta sección se presenta los resultados correspondientes a aviación internacional el cual para el año 2016 generó 2,019.94 GgCO<sub>2</sub>, 0.01 GgCH<sub>4</sub> y 0.06 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 2,037.75 Gg CO<sub>2</sub>eq.

#### 6.1.5. Análisis de incertidumbre

Este análisis ha permitido identificar en las fuentes de la subcategoría de Aviación Internacional (1A3ai) y Aviación Nacional (1A3aii) la menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (año 2016) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada).

<sup>9</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (s.f). [VCN de la gasolina 100LL. Recuperado de <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/archivos/GASOLINA-AVIACION-100-LL-%202014.pdf>

<sup>10</sup> Sistema Internacional de Medidas (SI). Recuperado de [http://www.smo.edu.mx/colegiados/centro\\_redaccion/tabla\\_conversion\\_SIM.pdf](http://www.smo.edu.mx/colegiados/centro_redaccion/tabla_conversion_SIM.pdf)

**Tabla 22. Incertidumbre por fuente y GEI**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>Energía</b>							
<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
1A3aii Aviación nacional	Gasolina para la aviación	CO <sub>2</sub>	5.0%	5.0%	7.1%	0.06%	0.09%
	Queroseno para motor a reacción	CO <sub>2</sub>	5.0%	5.0%	7.1%	7.01%	10.75%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>7.01%</b>	<b>10.8%</b>
1A3ai Aviación internacional	Queroseno para motor a reacción	CO <sub>2</sub>	5.0%	5.0%	7.1%	7.07%	13.22%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>7.07%</b>	<b>13.2%</b>
1A3aii Aviación nacional	Gasolina para la aviación	CH <sub>4</sub>	5.0%	21.5%	22.1%	0.2%	0.07%
	Queroseno para motor a reacción	CH <sub>4</sub>	5.0%	21.5%	22.1%	21.9%	8.10%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>21.9%</b>	<b>8.1%</b>
1A3ai Aviación internacional	Queroseno para motor a reacción	CH <sub>4</sub>	5.0%	21.5%	22.1%	22.1%	13.2%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>22.1%</b>	<b>13.2%</b>
1A3aii Aviación nacional	Gasolina para la aviación	N <sub>2</sub> O	5.0%	40.0%	40.3%	0.4%	0.07%
	Queroseno para motor a reacción	N <sub>2</sub> O	5.0%	40%	40.3%	39.9%	7.77%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>39.9%</b>	<b>7.8%</b>
1A3ai Aviación internacional	Queroseno para motor a reacción	N <sub>2</sub> O	5.0%	40%	40.3%	40.3%	13.02%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>40.3%</b>	<b>13.2%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

La fuente de CO<sub>2</sub> (principal GEI) con menor incertidumbre combinada es aviación nacional (1A3aii) con 7.01%; mientras que las fuentes de aviación internacional (1A3ai) es mayor con 7.07%.

La fuente de CH<sub>4</sub> con menor incertidumbre combinada es aviación nacional (1A3aii) con 21.9%; mientras que las fuentes de aviación internacional (1A3ai) es mayor con 22.1%.

La fuente de N<sub>2</sub>O con menor incertidumbre combinada, es aviación nacional (1A3aii) con 39.9%; mientras que las fuentes de aviación internacional (1A3ai) es mayor con 40.3%.

Los valores de incertidumbre en los datos de nivel de actividad y factores de emisión utilizados se detallan en las siguientes tablas:

**Tabla 23. Incertidumbre de los datos de nivel de actividad para Aviación**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
Aviación nacional e internacional	Gasolina para la aviación	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	Las Directrices del IPCC de 2006 indica: "La incertidumbre en la generación de informes se verá muy afectada por la exactitud de los datos recopilados sobre la aviación de nacional. Con datos completos del sondeo, la incertidumbre puede ser muy baja (menos del 5 por ciento) mientras que para las estimaciones o los sondeos incompletos las incertidumbres pueden ser grandes". <i>Los datos de vuelos registrados por el MTC (datos de sondeo completos) no estiman valores de incertidumbre. Por tanto, al no contar con un valor nacional, se toma el valor por defecto sugerido en la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006: ± 5%.</i>
	Queroseno para motor a reacción	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Gasolina para la aviación	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Queroseno para motor a reacción	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Gasolina para la aviación	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Queroseno para motor a reacción	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	

Fuente: DGAAM – MTC

**Tabla 24. Incertidumbre en los factores de emisión para Aviación**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios
			Valor inferior	Valor superior	Valor a usar		
Aviación nacional e internacional	Gasolina para la aviación	CO <sub>2</sub>	-	-	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	La GL2006, indica que: "Los factores de emisión de <b>CO<sub>2</sub> deben encontrarse dentro de una escala de ±5 por ciento</b> , porque dependen solamente del contenido de carbono del combustible y la fracción oxidada. Sin embargo, hay una incertidumbre considerable inherente al cálculo de CO <sub>2</sub> basado en las incertidumbres de los datos de la actividad que se analizan a continuación. Para el Nivel 1, la incertidumbre del factor de emisión de <b>CH<sub>4</sub> puede variar entre -57 y +100 por ciento</b> . La incertidumbre del factor de emisión de <b>N<sub>2</sub>O puede variar entre -70 y +150 por ciento</b> ". <i>Por lo tanto:</i> CO <sub>2</sub> : +5%. CH <sub>4</sub> : Promedio simple de -57% y +100% = 21.5% N <sub>2</sub> O: Promedio simple de -70 y +150% = 40%.
	Queroseno para motor a reacción	CO <sub>2</sub>	-	-	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Gasolina para la aviación	CH <sub>4</sub>	-57%	100%	21.5%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Queroseno para motor a reacción	CH <sub>4</sub>	-57%	100%	21.5%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Gasolina para la aviación	N <sub>2</sub> O	-70%	150%	40.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	
	Queroseno para motor a reacción	N <sub>2</sub> O	-70%	150%	40.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.69	

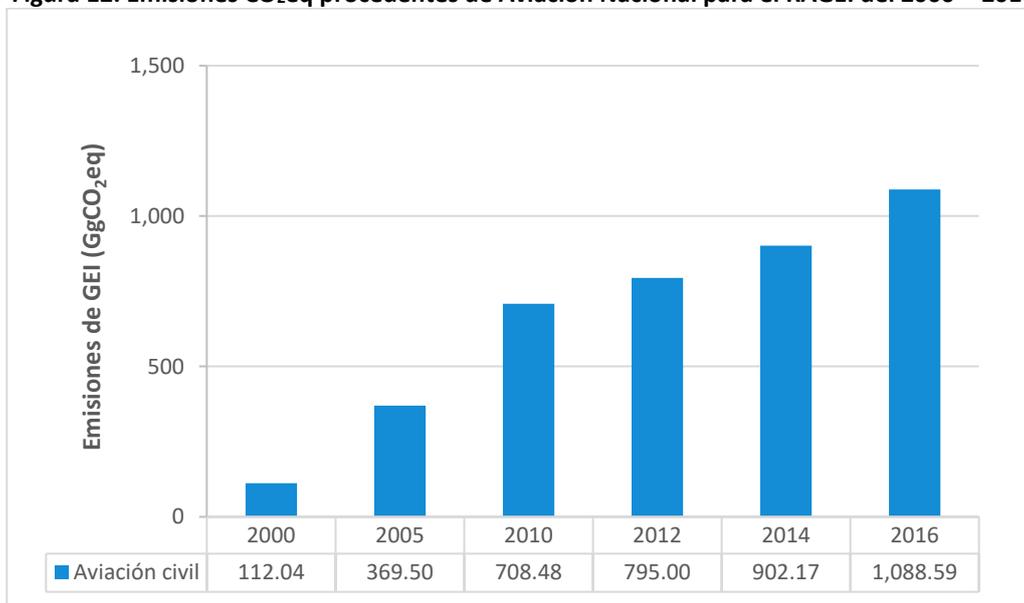
Fuente: DGAAM – MTC

### 6.1.6. Actualización de la serie temporal

#### Emisiones GEI en la subcategoría Aviación Civil

Respecto a Aviación Nacional, en la Figura 12 se aprecia que durante el periodo 2000 – 2016 se mantiene una tendencia creciente del nivel de emisiones de GEI.

**Figura 12. Emisiones CO<sub>2</sub>eq procedentes de Aviación Nacional para el RAGEI del 2000 – 2016**

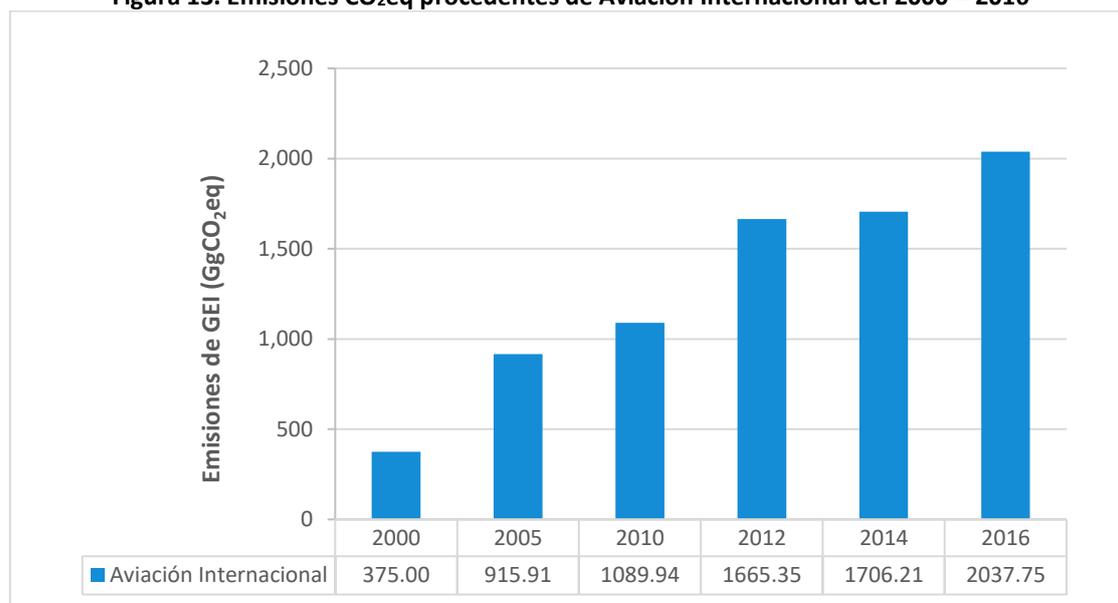


Fuente: DGAAM – MTC

#### Emisiones GEI en Aviación Internacional

Respecto a Aviación Internacional en la Figura 13 se aprecia que durante el periodo 2000- 2016 se mantiene una tendencia creciente del nivel de emisiones de GEI.

**Figura 13. Emisiones CO<sub>2</sub>eq procedentes de Aviación Internacional del 2000 – 2016**



Fuente: DGAAM – MTC

## 6.1.7. Control de Calidad y Garantía de Calidad

### 6.1.7.1. Control de Calidad

Los procedimientos específicos de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 aplicados a la subcategoría analizada en esta sección se describen a continuación:

**Tabla 25. Procedimientos específicos de control de calidad – Aviación Civil**

Procedimiento específico	Comentario
<p>Comparación de emisiones a través de métodos alternativos:  <i>Si se utilizan métodos de nivel superior, el compilador debe comparar los inventarios con las estimaciones de niveles inferiores. Toda anomalía existente entre las estimaciones de emisión debe investigarse y explicarse. Deben registrarse los resultados de esas comparaciones para documentación interna.</i></p>	<p>Se estimó las emisiones de CO<sub>2</sub> para Aviación Nacional empleando la metodología de Nivel 1 y el Nivel 3 de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, obteniéndose como resultado 1054.06 Gg CO<sub>2</sub> y 1074.07 Gg CO<sub>2</sub>, respectivamente. La diferencia entre ambos resultados es de 1.86% lo que significa que la estimación de emisiones con ambas metodologías es aproximada y coherente.</p>
<p>Revisión de los factores de emisión  <i>Si se utilizan factores nacionales en vez de los factores por defecto, se debe referir directamente la revisión de CC asociada con la publicación de los factores de emisión e incluirla en la documentación de GC/CC, para garantizar que los procedimientos sean coherentes con la buena práctica. De ser posible, los compiladores de los inventarios deben comparar los valores por defecto del IPCC con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables. Si se desarrollaron las emisiones procedentes del sector militar usando datos diferentes de los factores por defecto, se debe controlar la exactitud de los cálculos, y la aplicabilidad y pertinencia de los datos.</i></p>	<p>Las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O se estimaron utilizando los factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 (excepto en aviación nacional). Por lo tanto, no fue necesario realizar un proceso de revisión.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> de aviación nacional se estimaron aplicando la metodología de EMEP/CORINAR. Esta metodología calcula la cantidad de combustible consumido por las aeronaves y emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, no fue necesario realizar un proceso de revisión de los factores de emisión.</p>
<p>Verificación de los datos de la actividad  <i>Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría de fuente. De ser posible, el compilador del inventario debe comparar los datos actuales con los datos históricos de la actividad o las salidas del modelo para detectar posibles anomalías. Al elaborar las estimaciones del inventario, el compilador debe garantizar la fiabilidad de los datos de la actividad usados para diferenciar las emisiones de la aviación de nacional de la internacional.</i></p>	<p>Se verificó que los datos ingresados tengan coherencia en las series temporales. Además, se garantiza que los datos de actividad están diferenciados para las emisiones nacionales de las internacionales.</p>

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.1.7.2. Garantía de Calidad

Los procedimientos de garantía de calidad aplicados, se describen en la sección 3.3.2 del presente reporte.

### 6.1.8. Sigüientes pasos

En el desarrollo del RAGEI, se identificaron acciones de mejora en esta subcategoría. Estas acciones pueden ser implementadas en futuros RAGEI en un corto (1 año) o mediano plazo (hasta 5 años), tal como se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 26. Acciones de mejora para futuros RAGEI**

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
Se requiere que la DGAC defina e implemente una metodología de sistematización y control de calidad para estimar las distancias de origen-destino y los viajes aerocomerciales a nivel nacional por tipo de nave, que se aplique a toda la serie temporal.	Mejorar la comparabilidad y coherencia temporal de las emisiones de la subcategoría de Aviación Civil (nacional).	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con la DGAC para su definición. El compilador del RAGEI, puede apoyar en esta actividad, ya que esta información es necesaria para estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> con el Nivel 3A	Corto plazo
Estimar las emisiones de gases indirectos (NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub> )	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de todas las subcategorías.	Aún no se ha iniciado esta acción, para ello se debería empezar a coordinar con el MINAM para determinar la metodología a considerar que permita la elaboración de estos gases indirectos. Con el nivel 3A de cálculo de las emisiones de GEI, también se pueden estimar los gases indirectos.	Corto plazo, para la fuente de aviación nacional.
Validar la estimación de emisiones del INGEI 2000, específicamente de las subcategorías de Aviación nacional, internacional y de móvil (Componente de aviación).	Mejorar la exactitud del cálculo de emisiones de las fuentes mencionadas.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones pertinentes	Corto plazo
Evaluar la factibilidad de actualización de la categoría transporte móvil del INGEI 1994	Mejorar la coherencia temporal.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas; para a través de algún método de proyección se estimen las emisiones del año 1994, utilizando datos estadísticos de la fuente.	Mediano plazo
Mejorar el análisis de incertidumbre para cada una de las subcategorías, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional	Asegurar la mayor exactitud posible	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo

Fuente: DGAAM – MTC

## 6.2. Categoría 1A3b: Transporte Terrestre

Se incluyen las emisiones de GEI por la quema y la evaporación de combustibles para todas las actividades de vehículos terrestres (excluyendo el transporte militar). Los tipos de vehículos de transporte terrestre que la Directrices del IPCC de 2006 establece han sido agrupados en función de la clasificación vehicular en el Perú.

La clasificación vehicular del Perú está basada en la Directiva N° 002-2006- MTC/15, “Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares”, aprobada por Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15<sup>11</sup>. Según esta clasificación los tipos de vehículos para los cuales se reportan las emisiones son:

- 1A3bi: Automóviles
- 1A3bii: Camiones para servicio ligero
- 1A3biii: Camiones para servicio pesado y autobuses
- 1A3biv: Motocicletas

**Tabla 27. Sub – Categoría relacionadas al Transporte Terrestre**

Categoría de fuente según IPCC	Definición IPCC	Clasificación Nacional según MTC <sup>12</sup>
1A3b Transporte Terrestre	Todas las emisiones de la quema y la evaporación que emanan del uso de combustibles en vehículos terrestres, incluido el uso de vehículos agrícolas sobre carreteras pavimentadas.	
1A3bi Automóviles	Emisiones de automóviles designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos.	Automóvil + station wagon
1A3bii Camiones para servicio ligero	Emisiones de vehículos designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de cargas ligeras o que están equipados con características especiales tales como tracción en las cuatro ruedas para operación fuera de carreteras. El peso bruto del vehículo suele oscilar entre los 3500 y los 3900 kg o menos.	Camionetas (pick up + rural + panel)
1A3biii Camiones para servicio pesado y autobuses	Emisiones de todos los vehículos designados como tales en el país en que están registrados. Habitualmente, el peso bruto del vehículo oscila entre los 3500 y los 3900 kg o más para camiones pesados y los autobuses están calificados para transportar a más de 12 personas.	Ómnibus + camión + remolcador
1A3biv Motocicletas	Emisiones de todo vehículo motorizado diseñado para viajar con no más de 3 ruedas en contacto con el pavimento y que pese menos de 680 kg.	Vehículos menores (Motos y mototaxis)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p.3.8

Las fuentes “Emisiones por evaporación procedentes de vehículos” y “Catalizadores en base a urea”, no se han estimado por carencia de información nacional para estimar el nivel de actividad.

### 6.2.1. Método de cálculo

Esta fuente considera la selección de dos niveles de cálculo: el primero para las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el segundo para el cálculo de metano y óxido nitroso (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

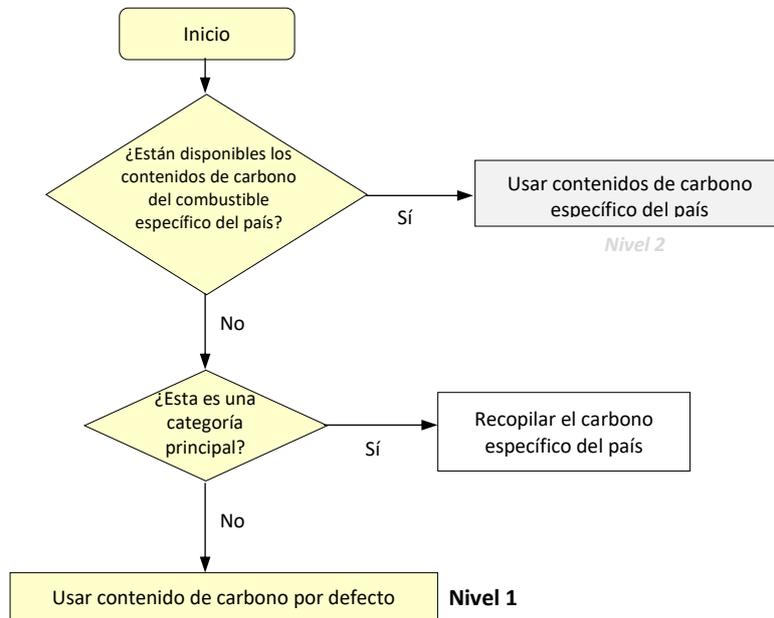
<sup>11</sup> Disponible en: [www.transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/directivas/1\\_0\\_1743\\_.pdf](http://www.transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/directivas/1_0_1743_.pdf)

<sup>12</sup> Clasificación vehicular en el Perú de acuerdo a norma del MTC, disponible en: [www.araper.pe/ckfinder/userfiles/files/INF\\_SEM\\_2013.pdf](http://www.araper.pe/ckfinder/userfiles/files/INF_SEM_2013.pdf)

- Nivel 1: Calcula las emisiones de CO<sub>2</sub>, multiplicando la cantidad del combustible quemado, según reportes de ventas, por el factor de CO<sub>2</sub> por defecto.
- Nivel 2: Es igual al nivel 1, pero utilizando el contenido de carbono específico del país.

Según la información recopilada y analizada, para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, corresponde el método:

Figura 14. Árbol de decisión para las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustible en vehículos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 3.11

El nivel de cálculo queda determinado por:

- Nivel 2: a la pregunta ¿Están disponibles los contenidos de carbono del combustible específico del país?; De acuerdo a la información recopilada: la respuesta es NO, debido que no tenemos esta información para el nivel de actividad. Analizamos el siguiente nivel.
- Nivel 1: a la pregunta: ¿Esta es una categoría principal? Con la información de los RAGEI anteriores y la serie temporal, la respuesta fue: Sí es una categoría principal; sin embargo, al no contar con información sobre el carbono específico del país, se debe seleccionar el Nivel 1.

Por tanto, al igual que en años anteriores, para el RAGEI 2016, se seleccionó el nivel 1 de cálculo para Transporte Terrestre.

El nivel 1 aplica la siguiente ecuación para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono:

**Ecuación 3.2.1. CO<sub>2</sub> del Transporte Terrestre**

Dónde:

$$\text{Emisión} = \sum_a (\text{Combustible}_a \times EF_a)$$

- Emisión = Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg)
- Combustible<sub>a</sub> = Combustible vendido (TJ)
- EF<sub>a</sub> = Factor de emisión (kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12.
- A = Tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)

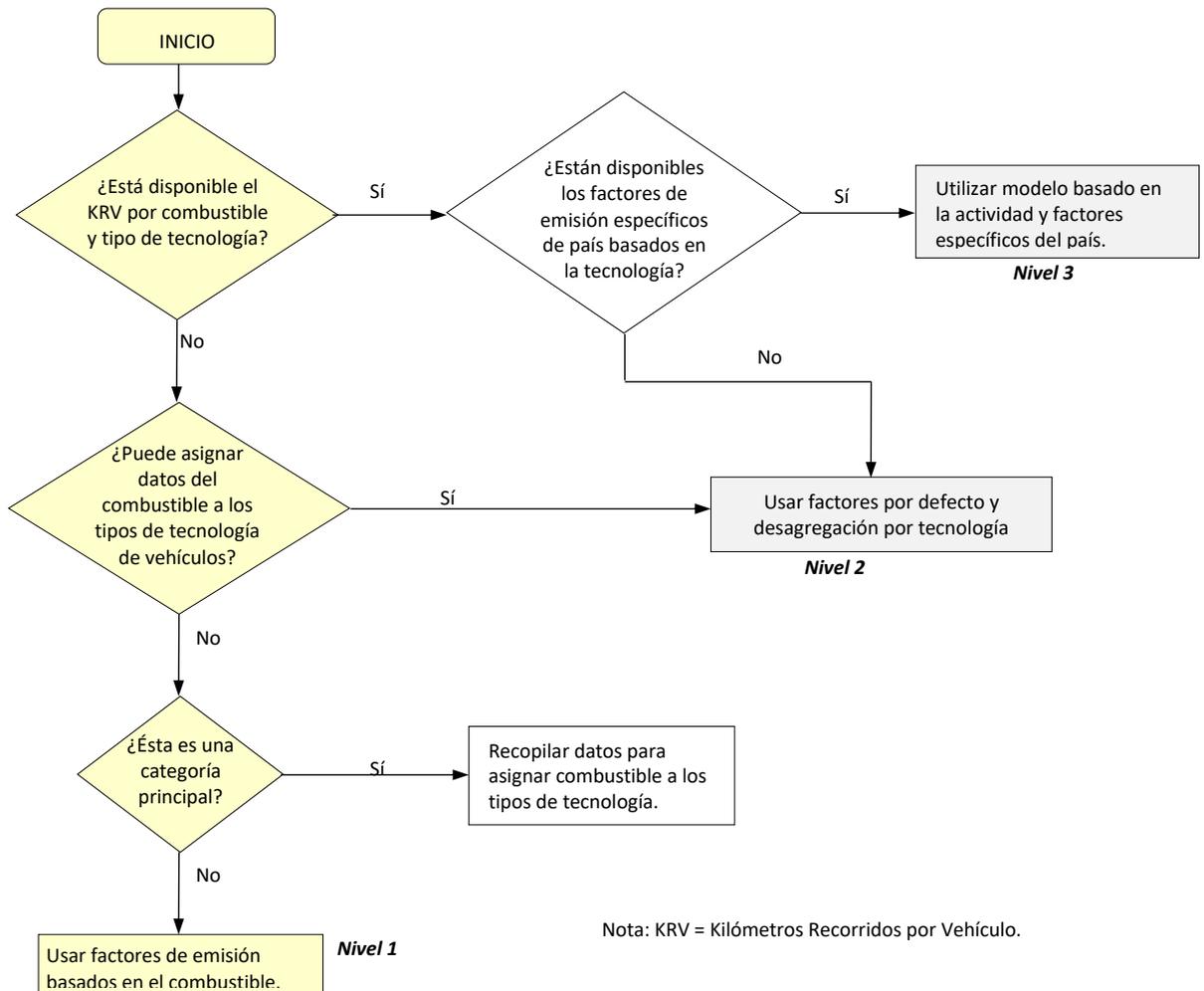
Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p. 3.12, Ecuación 3.2.1

Las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) no dependen solo de la quema del combustible fósil, a diferencia de las emisiones del CO<sub>2</sub>, puesto que son afectadas por:

- La tecnología del vehículo (ejemplo vehículos que incluyan catalizadores modernos) y,
- Condiciones de uso (en carretera pavimentada o no pavimentadas)

Para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se presentan 3 niveles de cálculo. En el siguiente árbol de decisión se selecciona el método de cálculo para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en transporte terrestre:

**Figura 15. Árbol de decisión para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de los vehículos terrestres**



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 314

Para identificar el Nivel de cálculo seguimos lo que indica el árbol de decisiones presentado:

- Nivel 3: a la pregunta ¿Está disponible el KRV (Kilómetros Recorridos por Vehículo) por combustible y tipo de tecnología?  
Según la información recopilada: la respuesta fue NO; por lo tanto, se evalúa el siguiente nivel.
- Nivel 2: a la pregunta ¿Puede asignar datos del combustible a los tipos de tecnología de vehículos?  
Según la información recopilada: la respuesta fue NO; por lo tanto, se evalúa el siguiente nivel.
- Nivel 1: a la pregunta ¿Esta es una categoría principal?

Con la información de los previos RAGEI y la serie temporal: la respuesta fue Sí; sin embargo, según la información disponible en el país, el Nivel 1 debe ser seleccionado.

La ecuación para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso (CH4 y N2O) corresponde a la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.2.3. Emisiones del Nivel 1 de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O**

$$\text{Emisión} = \sum_a(\text{Combustible}_a \times \text{EF}_a)$$

Dónde:

- Emisión = Emisión en kg
- EF<sub>a</sub> = Factor de emisión (kg/TJ)
- Combustible<sub>a</sub> = Combustible consumido (TJ) (representado por el combustible vendido.)
- A = Tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p. 3.13, Ecuación 3.2.3

En resumen, el nivel de cálculo para Transporte terrestre fue seleccionado según se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 28. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Transporte Terrestre**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006	Dato Nacional	Fuente de información	TIER/ Nivel
1	<b>Energía</b>				
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>			
	1A3	<b>Transporte</b>			
	1A3b	<b>Transporte Terrestre</b>			
	1A3bi	Automóviles	Combustible vendido (TJ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parque automotor registrado y circulante</li> </ul>	MTC, vía OGPP**
1A3bii	Camiones para servicio ligero	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP)*, sin incluir Grifos Flotantes.</li> </ul>		OSINERGMIN	1
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses				1
1A3biv	Motocicletas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Venta total de GNV.</li> </ul>		INFOGAS	1

Fuente: DGAAM – MTC

\*Nomenclatura que OSINERGMIN emplea en datos nacionales:

EVP : Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos.

\*\*Oficina General de Planeamiento y Presupuesto.

6.2.2. Datos de actividad

A continuación, se presenta la descripción del nivel de actividad y los datos nacionales empleados en transporte terrestre:

Tabla 29. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Transporte Terrestre

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios	
1	<b>Energía</b>								
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
	1A3	<b>Transporte</b>							
	1A3b	<b>Transporte Terrestre</b>							
	1A3bi	Automóviles	Combustible vendido (TJ)	*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir grifos flotantes.	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m <sup>3</sup> )	OSINERGMIN –SCOP (s.f). [RQ_Comb_VF_2005_2018 (Libro de Excel)].	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i> ). Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Según la clasificación vehicular integran: autos, station wagon, camionetas, ómnibus, camiones y vehículos menores.
				* Venta total de GNV.		INFOGAS. [Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m <sup>3</sup> ) anual]. Recuperado de: Venta de m <sup>3</sup> de GNV a nivel nacional.			
				*Parque Automotor circulante e inscritos de autos y station wagon.	Unidades de autos y station wagon.	MTC – OGPP (s.f). [Parque Automotor circulante e inscritos (Libro de Excel)].			
	1A3bii	Camiones para servicio ligero	Combustible vendido (TJ)	*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m <sup>3</sup> )	OSINERGMIN–SCOP (s.f). [RQ_Comb_VF_2005_2018 (Libro de Excel)].	El parque automotor circulante y registrado es información complementaria, para lograr distribuir el consumo total de combustible para cada clase vehicular en circulación y por tipo de combustible.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	La clasificación vehicular (Dato Nacional) del Perú, es según la Directiva N° 002-2006- MTC/15, “clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares, Resolución
				* Venta total de GNV.		INFOGAS. [Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m <sup>3</sup> ) anual]. Recuperado de: Venta de m <sup>3</sup> de GNV a nivel nacional.			
				Parque Automotor circulante e inscritos	Unidades camionetas	MTC – OGPP (s.f). [Parque Automotor circulante e inscritos (Libro de Excel)].			

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
			de camiones para servicio ligero.					Directoral N° 4848-2006-MTC/15."
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses		*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m <sup>3</sup> )	OSINERGMIN-SCOP (s.f). [RQ_Comb_VF_2005_2018 (Libro de Excel)].			
			* Venta total de GNV.		INFOGAS. [Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m <sup>3</sup> ) anual]. Recuperado de Recuperado de: Venta de m <sup>3</sup> de GNV a nivel nacional.			
			Parque Automotor circulante e inscritos de camiones para servicio pesado y autobuses	Unidades camiones de servicio pesado y ómnibus	MTC – OGPP (s.f). [Parque Automotor circulante e inscritos (Libro de Excel)].			
1A3biv	Motocicletas		*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m <sup>3</sup> )	OSINERGMIN-SCOP (s.f). [RQ_Comb_VF_2005_2018 (Libro de Excel)].			
			* Venta total de GNV.		INFOGAS. [Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m <sup>3</sup> ) anual]. Recuperado de Recuperado de: Venta de m <sup>3</sup> de GNV a nivel nacional.			
			* Parque Automotor circulante e inscritos de motos	Unidades de motocicletas	MTC – OGPP (s.f). [Parque Automotor circulante e inscritos (Libro de Excel)].			

Fuente: DGAAM – MTC

- a) **Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP)**, sin incluir Grifos Flotantes: Esta información fue proporcionada por OSINERGMIN, logrando obtener el total de combustible que consume el transporte terrestre (no se incluye GNV):

**Tabla 30. Demanda de establecimiento de venta al público de combustibles líquidos**

Tipo de Combustible	Año 2016 [MB]
Diésel B5	8,667.98
DB5 S-50	17,547.69
Gasolina 84	997.40
Gasolina 90	869.52
Gasolina 95	9.66
Gasolina 97	0.29
Gasohol 84	2,261.66
Gasohol 90	8,131.29
Gasohol 95	2,772.61
Gasohol 97	676.15
Gasohol 98	364.17
GLP	5,736.43
<b>TOTAL</b>	<b>48,034.85</b>

Fuente: OSINERGMIN

Cabe mencionar que la tabla anterior, presenta el volumen de los biocombustibles Diésel B5 y Gasohol, a los cuales se le restará el 5% y 7.8% de biodiesel y etanol, respectivamente.

- b) **Venta total de GNV:** es brindado directamente por INFOGAS. Se reportó un consumo total de 729,637,982 m<sup>3</sup> de GNV, vendidos para el transporte terrestre en el Perú. Es importante aclarar que, de acuerdo a las consultas por correo electrónico, los representantes de INFOGAS manifestaron que sus estadísticas incluyen el consumo de gas natural en todo tipo de vehículo, según se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 31. GNV vendido, distribuido por tipo de vehículo y combustible (m<sup>3</sup>)**

TIPO VEHÍCULO		VENTAS DE GNV
Según SUNARP - OGPP	Según información brindada por INFOGAS	m <sup>3</sup>
Automóvil	Automóvil + Otros*	564,343,939.90
Station Wagon		
Rural	Camioneta Rural + Otros* + Microbús	13,072,945.89
Panel	Camionetas y Camperos + Otros*	10,310,310.81
Pick up		
Ómnibus	Ómnibus + Ómnibus Urbano + Minibús + Otros*	126,169,325.58
Camión	Camión + Otros*	4,824,950.04
Remolcador	Remolcador + Otros*	5,668,515.81
Automotor Menor	Trimóvil (Mototaxi) + Otros*	5,247,993.82
<b>TOTAL</b>		<b>729,637,982</b>

Fuente: DGAAM – MTC

Tal como se aprecia en la Tabla 31, "Otros" corresponde a chips de talleres y chips provisionales principalmente, al no tener un tipo de vehículo designado, es distribuido para el demás tipo de combustibles según su partición porcentual obtenida.

Para lograr obtener el consumo de combustible por tipo de vehículo y tipo de combustible, se tiene que recurrir a dos tipos de información brindada por el OGPP-MTC:

- Cantidad de vehículos registrados por tipo de combustible hasta el año 2016
- Cantidad de vehículos circulantes en el año 2016.

Para los cálculos, se requiere la cantidad de vehículos circulantes, por tipo de vehículo y tipo de combustibles, a continuación se describe los pasos realizados:

Paso 1.- Determinar la participación porcentual de los vehículos registrados por tipo de combustibles (gasolina, diésel, GLP y GNV). Sólo se consideran los vehículos autopropulsados (no ingresan los semi-remolques).

**Tabla 32. Participación porcentual de las clases de vehículos registrados por tipo de combustible**

Tipo de combustible	Tipo de vehículo inscriptos 2007 - 2016 (% de participación)								
	Automóvil	Station wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remolcador	Automotor menor
			Pick up	Rural	Panel				
GLP	7.88%	7.99%	1.06%	3.22%	9.85%	0.56%	0.30%	0.00%	2.80%
GNV	9.31%	29.80%	0.29%	0.87%	3.40%	11.98%	0.31%	1.10%	0.25%
Diésel	0.15%	8.09%	89.60%	18.78%	17.95%	83.49%	98.40%	98.82%	0.02%
Gasolina	82.67%	54.12%	9.05%	77.14%	68.81%	3.96%	0.99%	0.08%	96.93%

Fuente: DGAAM – MTC

Paso 2.- Determinar la cantidad de vehículos circulantes estimado por tipo de combustibles (gasolina, diésel, GLP y GNV) (Tabla 34). Para ello, se aplica la participación porcentual de los vehículos registrados por tipo de combustible (Tabla 32) al parque automotor circulante por tipo de vehículo (Tabla 33).

**Tabla 33. Parque automotor circulante por tipo de vehículo año 2016**

Automóvil	Station wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remolcador	Veh. Menor
		Pick Up	Rural	Panel				
1,167,041	403,193	283,479	365,316	43,387	80,119	213,155	43,604	2,314, 599

Fuente: MTC – SUNARP

**Tabla 34. Clases de vehículos circulantes estimado por tipo de combustibles año 2016**

Tipo de combustible	Tipo de vehículo circulantes desagregado por tipo de combustible (% de participación)								
	Automóvil	Station wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remolcador	Automotor menor
			Pick up	Rural	Panel				
GLP	43.99%	15.41%	1.43%	5.63%	2.04%	0.22%	0.31%	0.00%	30.97%
GNV	43.31%	47.91%	0.33%	1.26%	0.59%	3.83%	0.26%	0.19%	2.32%
Diésel	0.25%	4.76%	37.08%	10.01%	1.14%	9.77%	30.62%	6.29%	0.08%
Gasolina	25.60%	5.79%	0.68%	7.48%	0.79%	0.08%	0.06%	0.00%	59.52%

Fuente: DGAAM – MTC

Paso 3: Determinar el combustible vendido en los grifos, distribuido por clase de vehículo y combustible (Tabla 35). Para ello, se aplica la multiplicación del dato nacional demanda de establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (Tabla 30) y tipo de combustible desagregado por clase de vehículo circulante (porcentaje) (Tabla 34).

Tabla 35. Combustible vendido en los grifos, distribuido por clase de vehículo y tipo de combustible (MB)

Tipo de Combustible	Consumo [gal]	Autos	Station wagon	Pick up	Rural	Panel	Ómnibus	Camión	Remolcador	Automotor menor
GNV (m <sup>3</sup> )	729,637,982	267,948,490.93	296,395,448.97	3,688,350.84	13,072,945.89	6,621,959.97	126,169,325.58	4,824,950.04	5,668,515.81	5,247,993.82
Diésel B5	345,852,345.00	873,509.86	16,461,874.03	128,247,405.30	34,636,938.21	3,931,299.30	33,775,546.40	105,907,769.24	21,756,959.54	261,043.12
DB5 S-50	700,152,846.20	1,768,357.00	33,325,863.25	259,627,517.75	70,119,955.00	7,958,628.69	68,376,130.12	214,402,553.99	44,045,377.64	528,462.76
Gasolina 84	41,890,741.00	10,722,302.90	2,425,239.80	285,247.14	3,131,894.72	331,804.72	35,287.73	23,484.40	366.77	24,935,112.81
Gasolina 90	36,519,657.00	9,347,526.80	2,114,284.05	248,673.76	2,730,334.16	289,261.89	30,763.26	20,473.32	319.74	21,738,020.03
Gasolina 95	405,844.00	103,879.33	23,496.10	2,763.52	30,342.28	3,214.58	341.87	227.52	3.55	241,575.24
Gasolina 97	12,000.00	3,071.51	694.73	81.71	897.16	95.05	10.11	6.73	0.11	7,142.90
Gasohol 84	87,580,675.81	22,417,042.80	5,070,431.68	596,364.19	6,547,830.14	693,701.79	73,775.82	49,098.68	766.80	52,131,663.92
Gasohol 90	314,876,079.49	80,595,296.69	18,229,565.31	2,144,089.61	23,541,210.02	2,494,044.47	265,243.89	176,522.94	2,756.87	187,427,349.69
Gasohol 95	107,366,556.09	27,481,412.55	6,215,923.58	731,092.43	8,027,090.06	850,420.16	90,442.96	60,190.86	940.04	63,909,043.48
Gasohol 97	26,183,129.34	6,701,801.80	1,515,856.86	178,289.11	1,957,540.08	207,389.17	22,056.03	14,678.55	229.24	15,585,288.49
Gasohol 98	14,102,229.72	3,609,589.49	816,440.29	96,026.49	1,054,330.81	111,699.78	11,879.37	7,905.86	123.47	8,394,234.16
GLP	240,930,251.49	105,980,724.54	37,134,288.50	3,454,540.06	13,561,115.72	4,924,189.24	521,005.04	735,400.92	0.00	74,618,987.47

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.2.3. Factores de emisión y de conversión

A continuación, se detallan los factores de emisión de la Directrices del IPCC de 2006 empleados:

**Tabla 36. Factores de emisión empleados – Transporte Terrestre**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
Automóviles	Factor de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico procedentes de combustión móvil (kg CO <sub>2</sub> /TJ; kg CH <sub>4</sub> /TJ y kg N <sub>2</sub> O/TJ).	D	-	1	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 2, Cap. 3, p. 3.16, cuadro 3.2.1). Recuperado de <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html</a> .
Camiones para servicio ligero.		D	-	1	
Camiones para servicio pesado y autobuses		D	-	1	
Motocicletas		D	-	1	

Fuente: DGAAM – MTC

A continuación, se presentan los factores de emisión, tomados por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones GEI en esta subcategoría:

**Tabla 37. Factores de emisión – Transporte terrestre**

Tipo de combustible	CO <sub>2</sub> [kg/TJ]	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O [kg/TJ]
Gasolina para motores	69300	33.00	3.20
Gas/Diésel Oíl	74100	3.90	3.90
Gas licuado de petróleo	63100	62.00	0.20
Gas natural	56126*	92.00	3.00
Bio-gasolina / Biodiesel*	70800	18.00	0.00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol 2, p 1.25

\*MINEM 2016. Cálculo del FE del GN 2014. Lima, Perú.

Es necesario obtener la demanda de los combustibles, en valores de energía (TJ), para poder multiplicarlo con el factor de emisión y posteriormente obtener las emisiones GEI; para lo cual se hace uso de las densidades y VCN de los combustibles, cuyos valores aplicados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 38. Densidades empleadas en Transporte Terrestre**

Tipo de combustible	Densidad inferior	Densidad superior	Densidad promedio / empleada	Unidad
Gas Licuado de Petróleo <sup>a</sup>	0.556	-	0.556	Kg/L
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.851	-	0.851	Kg/L
Gas Natural <sup>b</sup>	0.750	-	0.750	Kg/m <sup>3</sup>
Gasohol 84 <sup>a</sup>	0.734	-	0.734	Kg/L
Gasohol 90 <sup>a</sup>	0.742	-	0.742	Kg/L
Gasohol 95 <sup>a</sup>	0.761	-	0.761	Kg/L
Gasohol 97 <sup>a</sup>	0.747	-	0.747	Kg/L
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.837	-	0.837	Kg/L
Gasohol 98 BA Plus <sup>c</sup>	0.758	0.779	0.7685	g/Cm <sup>3</sup>
Biocombustible (100% etanol) <sup>d</sup>	0.790	-	0.790	g/Cm <sup>3</sup>

<sup>a</sup> Petroperú<sup>13</sup>

<sup>b</sup> Medios de Transporte de GN<sup>14</sup>

<sup>c</sup> REPSOL<sup>15</sup>

<sup>d</sup> UNMS<sup>16</sup>

<sup>13</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (s.f). [Oficio con información de densidades (SEHS-666-2016)]

<sup>14</sup> H. Talavera, MEDIOS DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL LICUADO. Recuperado de [http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos\\_recientes/files/archivos/52.pdf](http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos_recientes/files/archivos/52.pdf)

<sup>15</sup> REPSOL. Recuperado de [http://www.repsol.com/pe\\_es/productos\\_y\\_servicios/productos/refino/](http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/)

<sup>16</sup> Universidad- Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <http://www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf>

El caso del gasohol 98, presenta dos valores de densidades, por la cual se usó el promedio de ambos, siendo de 0.7685.

**Tabla 39. VCN empleadas en Transporte Terrestre**

Tipo de combustible	VCN	Unidad
Gas Licuado de Petróleo <sup>a</sup>	0.05	GJ/kg
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gas Natural <sup>a</sup>	0.0010	GJ/pie <sup>3</sup>
Gasohol 84 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gasohol 90 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gasohol 95 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gasohol 97 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Biocombustible (100% etanol) <sup>b</sup>	27.00	TJ/Gg

<sup>a</sup> Petroperú<sup>34</sup>

<sup>b</sup> Directrices del IPCC de 2006, Cap. 1, p. 1.19

Adicionalmente, se realizó conversión de unidades cuyos valores aplicados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 40. Datos de conversión de unidades**

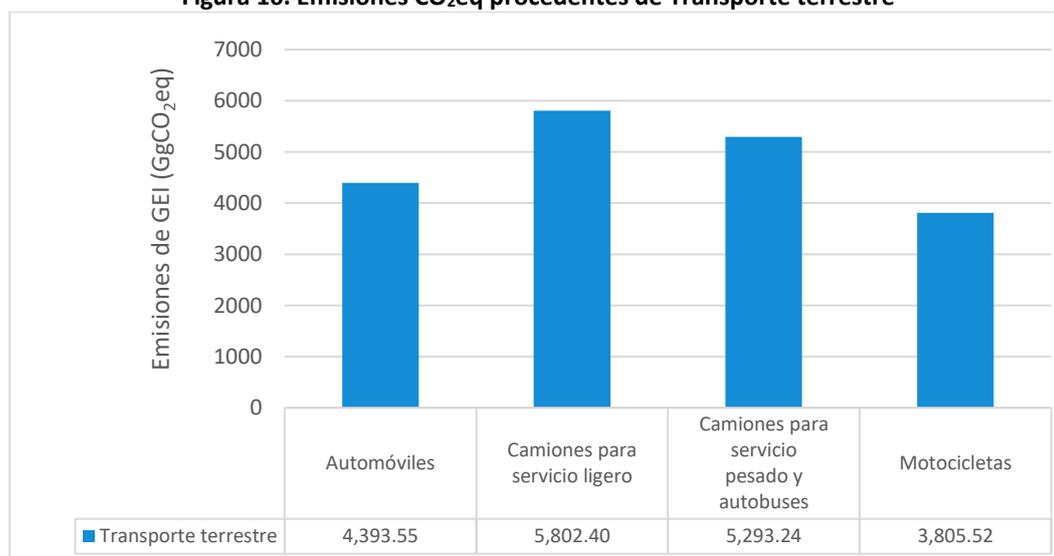
1 gal =	0.003785	m <sup>3</sup>
1 gal =	3.7854	L

Fuente: Sistema Internacional de Medidas (SI)<sup>17</sup>

#### 6.2.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones del transporte terrestre fueron de 18,833.23 GgCO<sub>2</sub>, 7.69 GgCH<sub>4</sub> y 0.97 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 9,294.71 GgCO<sub>2</sub>eq, representando el 91.70% del total de emisiones del sector.

**Figura 16. Emisiones CO<sub>2</sub>eq procedentes de Transporte terrestre**



Fuente: DGAAM – MTC

<sup>17</sup> Sistema Internacional de Medidas (SI). Recuperado de [http://www.smo.edu.mx/colegiados/centro\\_redaccion/tabla\\_conversion\\_SIM.pdf](http://www.smo.edu.mx/colegiados/centro_redaccion/tabla_conversion_SIM.pdf)

Se puede observar en la figura anterior, que las mayores emisiones corresponden al transporte camiones para servicio ligero, con 5,802.40 Gg CO<sub>2</sub>eq (27.58% en esta subcategoría), seguida de los camiones para servicio pesado y autobuses con el 25.16% (5,293.24 Gg CO<sub>2</sub>eq); mientras que la menor fuente de emisiones en esta subcategoría es “Motocicletas” con el 18.09% (3,805.52) de participación.

**6.2.5. Análisis de incertidumbre**

Este análisis ha permitido identificar en las fuentes de la subcategoría de transporte terrestre (1A3b), la menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, y además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (año 2016) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada):

**Tabla 41. Incertidumbre de Transporte Terrestre**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incetidumbre en los datos de nivel de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre combinada	Incetidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incetidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>Energía</b>							
<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
<b>Transporte</b>							
1A3b Terrestre	Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	0.49%	0.80%
	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	1.76%	2.88%
	Diésel Oíl	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	3.38%	5.53%
	Gas Natural	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	0.47%	0.78%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>						<b>3.9%</b>
1A3b Terrestre	Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	5.4%	2.59%
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	9.4%	4.52%
	Diésel Oíl	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	2.0%	0.96%
	Gas Natural	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	8.8%	4.22%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>						<b>14.0%</b>
1A3b Terrestre	Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	5%	66.7%	67%	0.4%	0.05%
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5%	66.7%	67%	19.0%	2.76%
	Diésel Oíl	N <sub>2</sub> O	5%	66.7%	67%	41.5%	6.04%
	Gas Natural	N <sub>2</sub> O	5%	66.7%	67%	6.0%	0.87%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>						<b>46.1%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

Para el CO<sub>2</sub>, la incertidumbre combinada es de 3.9%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 6.3%.

Para el CH<sub>4</sub>, se presenta una incertidumbre combinada de 14.1%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 6.8%.

Para el N<sub>2</sub>O, se tiene una incertidumbre combinada de 46.1%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 6.7%.

Los valores de incertidumbre de los datos de nivel de actividad y factores de emisión, se detallan a continuación.

**Tabla 42. Incertidumbre de los datos de nivel de actividad – Transporte Terrestre**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
Terrestre	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	<p>La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 indica: “las fuentes posibles de incertidumbre que suelen ser de alrededor del ±5 por ciento, incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las incertidumbres de los sondeos nacionales de energía y las devoluciones de datos;</li> <li>• Las transferencias transfronterizas no registradas;</li> <li>• La clasificación incorrecta de los combustibles;</li> <li>• La clasificación incorrecta de los vehículos;</li> <li>• La falta de exhaustividad (el combustible no registrado en otras categorías de fuentes puede utilizarse para fines del transporte); y</li> <li>• La incertidumbre del factor de conversión de un conjunto de datos de la actividad a otro (p. ej., de los datos de consumo de combustible a persona-/tonelada-kilómetros o viceversa, véase lo anterior)”. <p><i>Analizando las posibles fuentes de incertidumbre sugeridas por la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, se tiene:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Las incertidumbres de los sondeos nacionales de energía y las devoluciones de datos: los datos proporcionados por OSINERGMIN (demanda de combustibles en grifos), no cuentan con análisis de incertidumbre en los sondeos nacionales de energía y las devoluciones de datos. Por tanto, ante la falta de información, se puede asumir que existiría incertidumbre por esta fuente.</i></li> <li>• <i>Las transferencias transfronterizas no registradas: por información local, en el desarrollo de inventarios de Piura y Tumbes (talleres participativos), se sabe que existe combustible ingresado de contrabando en la zona norte del Perú (Tumbes, Piura, Lambayeque, etc.). Pero no se tiene información o registro de la cantidad y calidad del</i></li> </ul> </li></ul>
	Diésel Oíl	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas Natural	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GNV	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GLP	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GNV	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GLP	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Diésel Oíl	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas Natural	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GNV	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GLP	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GNV	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GLP	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	<p><i>combustible ingresado desde el Ecuador.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>La clasificación incorrecta de los combustibles y vehículos: la información de los datos nacionales, proporcionada por el MTC, cuya fuente original es el SUNARP, no proporciona estimación de la incertidumbre por clasificación de combustibles y vehículos.</i></li> <li>• <i>La falta de exhaustividad en la información proporcionada: no se analizan otros consumos no registrados por OSINERGMIN en otras categorías y que finalmente son usados para fines de transporte.</i></li> <li>• <i>Respecto a la última fuente de incertidumbre, no se analizan datos de actividad diferentes al consumo de combustible. Ante la de valores locales de incertidumbre, se toma el valor por defecto recomendado por la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006: ± 5%.</i></li> </ul>
	Diésel Oíl	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas Natural	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GNV	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GLP	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Dual GNV	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	BI GLP	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	

Fuente: DGAAM – MTC

**Tabla 43. Incertidumbre de Factores de Emisión – Transporte Terrestre**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios
			Valor inferior	Valor superior	valor a usar		
Terrestre	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	<p>*Para CO<sub>2</sub>: La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 indica "Factores de emisión por defecto de dióxido de carbono del transporte terrestre tienen una incertidumbre del 2 al 5 por ciento, debido a la incertidumbre de la composición del combustible".</p> <p>**Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O: La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, en la referencia indicada indica literalmente: "Las incertidumbres de los factores de emisión para el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O suelen ser relativamente altas (en especial para el N<sub>2</sub>O) y tienden a ser un factor de 2-3". La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 no precisa exactamente</p>
	Diésel Oíl	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas Natural	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	

BI GNV	CO <sub>2</sub>	4%	4%	<b>4.9%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	<p>cuándo usar el valor inferior (factor 2) o superior (factor 3), solo indican que dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las incertidumbres en la composición del combustible (incluida la posibilidad de adulteración del combustible) y el contenido de azufre;</li> <li>• Las incertidumbres en la distribución de la antigüedad de la flota y otra caracterización de los vehículos, incluidos los efectos transfronterizos; las características técnicas de los vehículos de otro país que repostan pueden cubrirse mediante los modelos tecnológicos;</li> <li>• Las incertidumbres en los patrones de mantenimiento de los vehículos;</li> <li>• Las incertidumbres en las condiciones de combustión (clima, altitud) y las prácticas de conducción, como ser velocidad, relación entre distancia de marcha y arranques en frío, o factores de carga (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O);</li> <li>• Las incertidumbres en los índices de aplicación de las tecnologías de control de emisiones posteriores a la combustión (p. ej., catalizador tridireccional);</li> <li>• Las incertidumbres en el uso de aditivos para minimizar el efecto de añejamiento de los catalizadores;</li> <li>• Las incertidumbres en las temperaturas de trabajo (N<sub>2</sub>O); y</li> <li>• Las incertidumbres del equipo de pruebas y del equipo de medición de emisiones.</li> </ul> <p><i>De las anteriores causas de incertidumbre, en el Perú no se tiene certeza o datos de ninguna. Por tanto, en un nivel conservador de cálculo de incertidumbre se ha considerado como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el CH<sub>4</sub> considerar un factor de 2.</li> <li>• Para el N<sub>2</sub>O considerar un factor de 3 (las DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 mencionan que estas serían relativamente más altas)</li> </ul> <p><i>Respecto al término usado: "factor 2" y "factor 3" o en general factor n, la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 1, p. 3.9 menciona: "se refiere a un rango ligado en el límite inferior por (media/n) y</i></p>
Dual GLP	CO <sub>2</sub>	4%	4%	<b>4.9%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
Dual GNV	CO <sub>2</sub>	4%	4%	<b>4.9%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
BI GLP	CO <sub>2</sub>	4%	4%	<b>4.9%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Diésel Oíl	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Gas Natural	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
BI GNV	CH <sub>4</sub>	25%	25%	<b>35.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Dual GLP	CH <sub>4</sub>	25%	25%	<b>35.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Dual GNV	CH <sub>4</sub>	25%	25%	<b>35.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
BI GLP	CH <sub>4</sub>	25%	25%	<b>35.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	

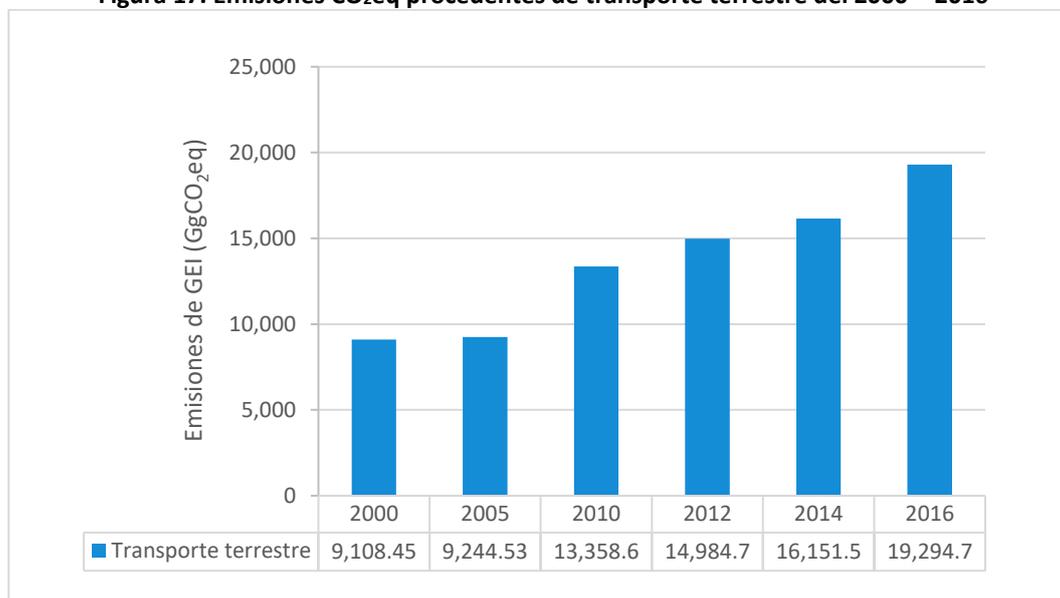
Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	en el límite superior por (media x n). Otro ejemplo: un factor de incertidumbre 10 tiene un rango de 0,1×media a 10×media."
Gas Natural	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	Entonces los rangos de incertidumbre quedan como: • Para el CH <sub>4</sub> , factor 2, con rangos: - 50% (media÷2) ~ +100% (media x 2). La incertidumbre sería el promedio simple de ambos, es decir: +25%
Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	• Para el N <sub>2</sub> O, factor 3, con rangos: - 67% (media÷3) ~ +200% (media x 3). La incertidumbre sería el promedio simple de ambos, es decir: +67%
BI GNV	N <sub>2</sub> O	67%	67%	<b>94.3%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	***Para los combustibles Dual y Bi, se utiliza la fórmula de combinación combinada (DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol. 1, p. 3.31)
Dual GLP	N <sub>2</sub> O	67%	67%	<b>94.3%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	Esto aplica para todos los GEI (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)
Dual GNV	N <sub>2</sub> O	67%	67%	<b>94.3%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	Ecuación de incertidumbres – Método 1:
BI GLP	N <sub>2</sub> O	67%	67%	<b>94.3%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	$U_{total} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2)}$

Fuente: DGAAM – MTC

6.2.6. Actualización de la serie temporal

A continuación, se presenta las emisiones GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016:

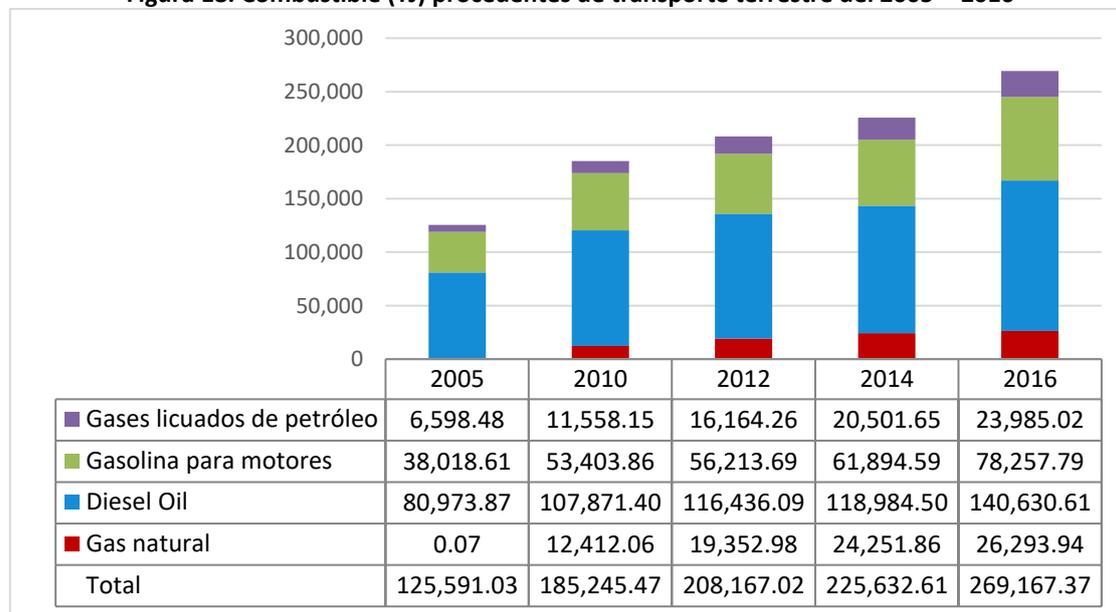
Figura 17. Emisiones CO<sub>2</sub>eq procedentes de transporte terrestre del 2000 – 2016



Fuente: DGAAM – MTC

El aumento de las emisiones en transporte terrestre, se debe al incremento del parque automotor y este último se refleja en el consumo de combustible, donde la demanda de los combustibles en los grifos (no incluye grifos flotantes) es mayor para cada año.

Figura 18. Combustible (TJ) procedentes de transporte terrestre del 2005 – 2016



Fuente: DGAAM – MTC

## 6.2.7. Control de Calidad y Garantía de la Calidad

### 6.2.7.1. Control de Calidad

Los procedimientos específicos de control de calidad de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 aplicados a la subcategoría analizada en esta sección se describen a continuación:

**Tabla 44. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte Terrestre**

Procedimiento específico	Comentario
Comparación de emisiones a través de métodos alternativos: <i>Para el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el compilador debe comparar las emisiones usando las estadísticas del combustible y los datos de los kilómetros recorridos por los vehículos. Toda anomalía existente entre las estimaciones de emisión debe investigarse y explicarse. Deben registrarse los resultados de esas comparaciones para documentación interna.</i>	Se comparó las emisiones de CO <sub>2</sub> , con el consumo de combustible de los vehículos por tipo de combustible; confirmando que no se presenta ninguna anomalía en las emisiones estimadas.
Revisión de los factores de emisión <i>Si se utilizan los factores de emisión por defecto, el compilador del inventario debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a las categorías. De ser posible, deben compararse los factores por defecto con los datos locales para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables.</i>	Se garantizó que los factores de emisión seleccionados y utilizados, corresponden correctamente a la estimación de emisiones de cada fuente. El Factor de Emisión del CO <sub>2</sub> del Gas Natural, fue revisado por el MINEM.
Verificación de los datos de la actividad <i>El compilador debe revisar la fuente de los datos de la actividad para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, el compilador debe comparar los datos con los datos históricos de la actividad o las salidas del modelo para detectar posibles anomalías.</i>	Se verificó que los datos ingresados están correctamente inscritos en las hojas de cálculo, garantizando que tienen coherencia en las series temporales.
Revisión externa <i>El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis y la documentación del inventario de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los expertos que estén familiarizados con la categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario. El desarrollo de factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O resulta de especial importancia debido a las grandes incertidumbres de los factores por defecto.</i>	No se realizó.

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.2.7.2. Garantía de Calidad

Los procedimientos de garantía de calidad aplicados, se describen en la sección 3.3.2 del presente reporte.

### 6.2.8. Sigüientes pasos

En el desarrollo del RAGEI, se identificaron acciones de mejora en esta subcategoría. Estas acciones se pueden implementar en futuros RAGEI, en mediano plazo (hasta 5 años):

**Tabla 45. Acciones de mejora para futuros RAGEI en Transporte Terrestre**

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
Realizar un estudio para determinar la estructura de participación de los combustibles y tipo de tecnología de los motores de los vehículos circulantes, según tipo. En el caso de los vehículos Bi y Dual determinar la participación de los combustibles GNV y GLP	Incrementar la exactitud y exhaustividad del cálculo de emisiones de la de la subcategoría de Transporte Terrestre.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se debe coordinar con las instituciones involucradas.	Mediano plazo
Realizar un análisis y/o estudio para determinar la participación vehicular agrícola, minera, etc.	Mejorar la exhaustividad de las emisiones en la Categoría de Combustión Móvil.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas (Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal (DGPRTM) y la Oficina de Estadística de la OGPP del MTC. Esto se debe a que SUNARP solo registra vehículos de tránsito por vía terrestre. Por lo tanto, se solicitará a la DGPRTM que en coordinación con la OGPP, apoyen en la identificación del nivel de actividad de este tipo de vehículos	Largo plazo
Evaluar la factibilidad de actualización de la categoría transporte móvil del INGEI 1994	Mejorar la coherencia temporal.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas. Se podría realizar proyecciones de las emisiones GEI con los datos históricos de demanda de combustibles líquidos en los grifos, del año 2000 al año actual, ya que es la información disponible.	Mediano plazo
Mejorar el análisis de incertidumbre para cada una de las subcategorías, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
Estimar las emisiones de gases indirectos (NOX, CO, COVDM, SO <sub>2</sub> )	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de todas las subcategorías.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional	Asegurar la mayor exactitud posible.	No se han iniciado gestiones de implementación. En el caso del MINEM, que ha revisado la elaboración del F.E del Gas Natural, debe fortalecer esta actividad para los próximos reportes.	Mediano plazo
Considerar las buenas prácticas del PCC para asegurar que no exista doble contabilidad.	Mejorar la exactitud de los cálculos evitando una sobre estimación.	No se han iniciado gestiones de implementación. Para ello se debe coordinar con cada entidad involucrada que cuenta con información del nivel de actividad,	Corto plazo

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
		para que realice acciones de gestión de información internamente.	

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.3. Subcategoría 1A3c: Ferrocarriles

Se incluyen las emisiones de GEI por el consumo de combustibles para todas las actividades de transporte ferroviario (excluyendo el Metro de Lima<sup>18</sup>). Para la elaboración del RAGEI 2016 se han considerado las siguientes empresas ferroviarias:

**Tabla 46. Empresas operadoras ferroviarias**

Empresa operadora	Entidad a cargo de la información
1. Ferrocarril Central Andino S.A.	Concesionaria Ferrovías Central Andina S.A
2. Perurail S.A	Concesionaria Ferrocarril Transandino S.A
3. Inca Perurail S.A.C	
4. Ferrocarril Huancayo-Huancavelica	MTC
5. Ferrocarril Tacna Arica.	A cargo de: el Gobierno Regional de Tacna
6. Sothern Perú Copper Corporation.	Sothern Perú Copper Corporation
7. Ferrocarril Trasandino S.A	SCOP - OSINERGMIN
8. Unión Andina de Cementos S.A.A	
9. Votoratim Metais - Cajamarca	

Fuente: DGAAM – MTC

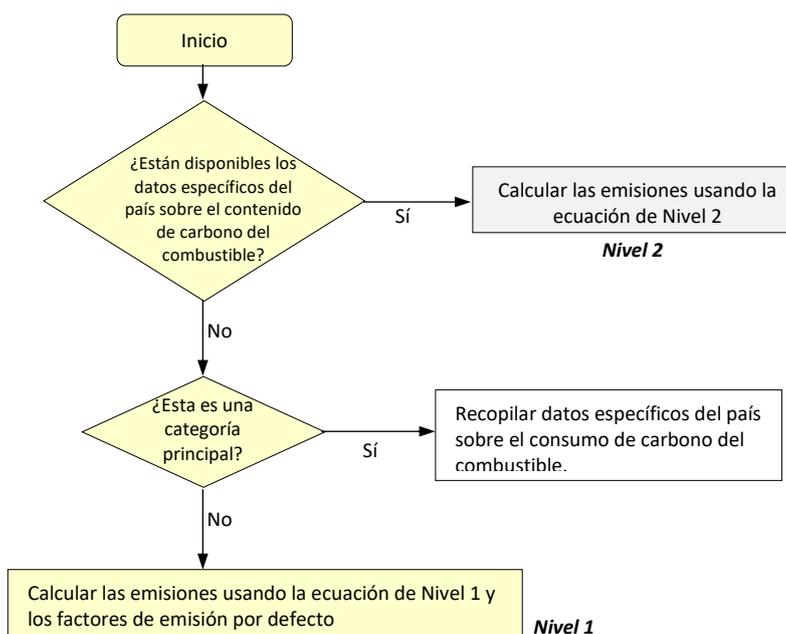
#### 6.3.1. Método de Cálculo

En esta categoría se proponen tres niveles de cálculo, tal como se resumen:

- Nivel 1: Se estiman las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O usando los factores de emisión por defecto específicos del combustible, que las Directrices del IPCC de 2006 brinda y la cantidad combustible consumido.
- Nivel 2: Para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se estiman las emisiones con los factores de emisión específicos del país y el combustible consumido.
- Nivel 3: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se requiere datos al detalle de cada tipo de motor y tren, horas anuales de utilización de la locomotora, potencial nominal promedio de la locomotora.

Los árboles de decisión, que se presentan a continuación, ayudaron en la selección del nivel de cálculo, adecuado a la información recopilada en transporte ferroviario.

<sup>18</sup> A cargo de la empresa GyM Ferrovías S.A – Línea 1. Al ser su fuente de energía eléctrica, las emisiones son reportadas en Producción de electricidad y calor como actividad principal (1A1a), reportadas por el MINEM y excluidas de esta sección.

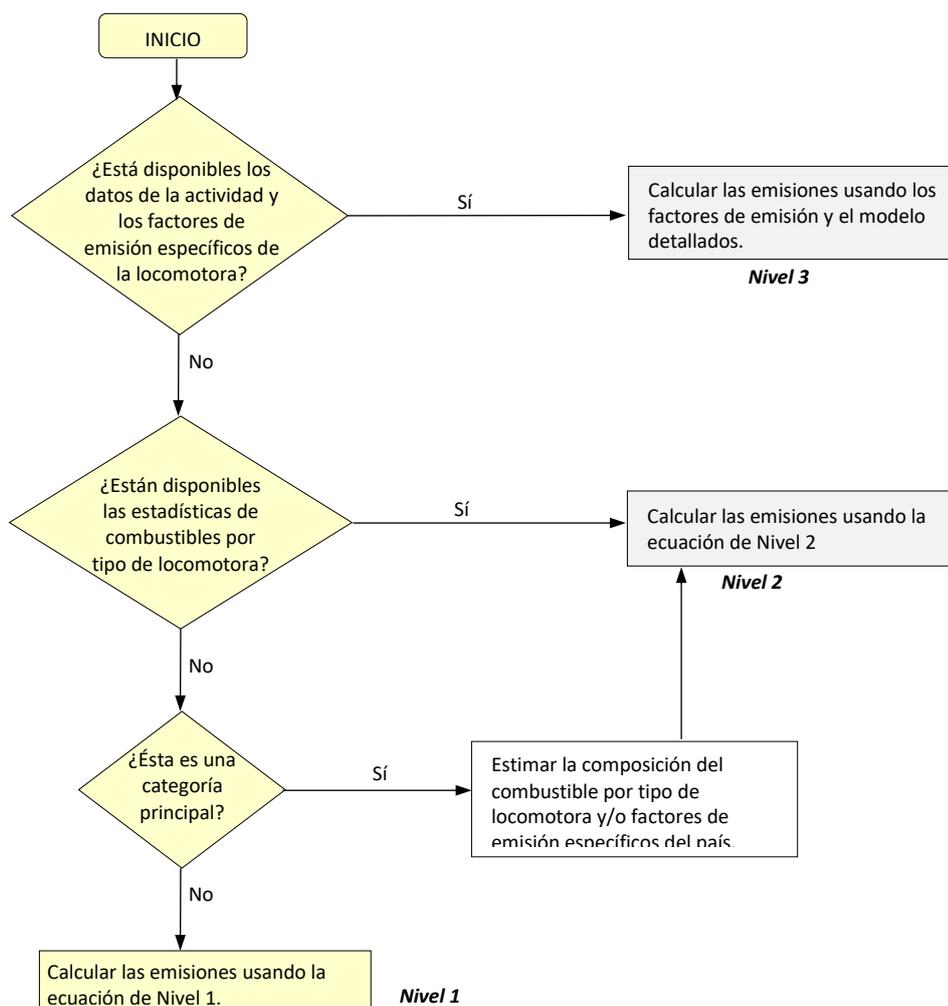
Figura 19. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte ferroviario

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol.2 – figura 3.4.1

Para seleccionar el nivel de cálculo, en las emisiones de CO<sub>2</sub>, seguimos los siguientes pasos:

- Nivel 2: a la pregunta: ¿Están disponibles los datos específicos del país sobre el contenido de carbono del combustible?  
Según la información recopilada: la respuesta es NO. Por lo tanto, procedemos al siguiente nivel de cálculo.
- Nivel 1: en la pregunta ¿Esta es una categoría principal?  
Con la información de los RAGEI anteriores y la serie temporal: NO; por tanto, se debe elegir este Nivel 1. Además, solo se tiene los datos de consumo de combustible de las locomotoras.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, de esta subcategoría, dependen de la antigüedad de la locomotora. En la siguiente figura se presenta el árbol de decisión para seleccionar el Nivel de cálculo para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O:

Figura 20. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en los ferrocarriles

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 3.4.2

Para seleccionar el nivel de cálculo en las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del transporte ferroviario, se considera:

- Nivel 3: en la pregunta ¿Está disponibles los datos de la actividad y los factores de emisión específicos de la locomotora?  
Por la información recopilada: la respuesta es NO; por lo tanto, se evalúa el siguiente nivel de cálculo.
- Nivel 2: en la pregunta ¿Están disponibles las estadísticas de combustibles por tipo de locomotora?  
Por la información recopilada: la respuesta es Sí; sin embargo, Perú no cuenta con factores de emisión específicos del país. Como consecuencia, se evalúa el nivel siguiente.
- Nivel 1: en la pregunta ¿Esta es una categoría principal?  
Con la información de los RAGEI anteriores y la serie temporal: la respuesta es NO; por lo tanto, debe elegir este Nivel 1, por ser el último nivel y porque solo se cuenta con datos consumo de combustible en las locomotoras.

Con lo anterior expuesto, tanto para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> y las de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; el Nivel 1 de cálculo es el adecuado, dado que, la información disponible fue el consumo de combustible. Los factores de emisión fueron tomados por defecto, de las Directrices del IPCC de 2006.

La ecuación para el nivel 1, en esta categoría, es:

**Ecuación 1.4.1. Método general para las emisiones procedentes de las locomotoras**

$$\text{Emisión} = \sum_j (\text{Combustible}_j \times EF_j)$$

Dónde:

Emisión	= Emisiones (kg)
Combustible	= Tipo de combustible j consumido (representado por el combustible vendido) en (TJ).
EF <sub>j</sub>	= Factor de emisión por tipo de combustible j, (kg/TJ).
j	= Tipo de combustible

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2, Ecuación 3.4.1.

6.3.2. Datos de actividad

Los datos de actividad se detallan en siguiente tabla.

Tabla 47. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados Ferrocarriles

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1	<b>Energía</b>						
1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>						
1A3	<b>Transporte</b>						
1A3c	Ferrocarriles	Tipo de combustible consumido (representado por el combustible vendido) (TJ)	<p>Combustible consumido en las locomotoras de los ferrocarriles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huancayo – Huancavelica</li> <li>- Ferrocarril Central Andino</li> <li>- Perurail</li> <li>- Tacna Arica</li> </ul>	Unidades de volumen (galones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Empresa operaria Ferrocarril Huancayo-Huancavelica</li> <li>-Empresa operaria Ferrocarril Central Andino</li> <li>-Empresa operaria Ferrocarril Perurail.</li> <li>-Empresa Operaria Ferrocarril Tacna-Arica.</li> </ul>	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
			Registro de ventas de combustible anual a INCA RAIL, Unión Andina y Votorantim.	Unidades de volumen (galones)	OSINERGMIN: Registro de ventas de combustible anual a INCA RAIL, Unión Andina y Votorantim	Estimación del consumo de combustible aplicando la fórmula de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006.	
			Parque de transporte ferroviario de Southern Perú y consumo de combustible promedio por día de un ferrocarril	Unidad de locomotoras y consumo de combustible promedio por día de un ferrocarril.	Parque de transporte ferroviario: MTC-OFICINA GENERAL DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO.  Consumo de combustible promedio: DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Volumen 2, Capítulo 3, Página 3.45.	Estimación del consumo de combustible aplicando la fórmula de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006.	
			Consumo de combustible de vehículos de mantenimiento del ferrocarril Huancayo-	Unidades de volumen (galones).	Ferrocarril Huancayo – Huancavelica: Comunicación electrónica del MTC.	Estimación del consumo de combustible aplicando la fórmula de	

Clasificación		Fuente de emisión / captura	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
				Huancavelica y de la línea 1 - tren eléctrico		Línea 1 – tren eléctrico: Comunicación de GYM Ferrovías.	la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006.	

Fuente: DGAAM – MTC

Para el transporte ferroviario, en el año 2016, en el Perú se identificaron **seis** empresas que realizaron actividad de transporte de pasajeros y carga. De estas empresas, **cinco** reportaron los consumos de combustible en sus locomotoras; mientras que el consumo de combustible de Inca Rail SAC tuvo que ser estimado con base a los consumos 2013-2015. Esto se explica en los siguientes párrafos.

**a) Consumo de Combustible de las locomotoras por empresa ferroviaria:**

Tal como se viene mencionando de las seis empresas identificadas para el RAGEI, son cinco empresas las que reportaron su consumo de combustible, tal como se presenta a continuación:

**Tabla 48. Consumo de combustible de empresas ferroviarias**

Nombre de la empresa	Petróleo Diésel B5 S50 UV [gal]	Diésel B5 [gal]	Gasohol [gal]
<b>Ferrocarril Tacna - Arica</b>	1,063	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Ferrocarril Huancayo-Huancavelica</b>	29,306	-	1,024
Fuente: Locomotora			
Fuente: Mantenimiento	4,641.7	-	-
<b>Ferrovías Central Andina S.A.</b>	2,888,162	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Ferrocarril Perurail S.A.</b>	-	3,341,824	-
Fuente: Locomotora			
<b>Inca Rail</b>	89,919*	-	-
Fuente: Locomotora/Autovagón			
<b>Ferrocarril Trasandino S.A.</b>	2,057,571	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Southern Peru Copper Corporation Sucursal del Perú</b>	2,413,175	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Unión Andina de Cementos S.A.A</b>	56,000	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Votorantim Metais-Cajamarca</b>	630,000	-	-
Fuente: Locomotora			
<b>Línea 1 del Metro de Lima</b>	9,603.11	-	-
Fuente: Locomotora de mantenimiento			
<b>TOTAL</b>	<b>8,179,441</b>	<b>3,341,824</b>	<b>1,024</b>

Fuente: DGAAM – MTC

\*Estimado de acuerdo a consumos 2013-2015

Nota: Cabe mencionar que el Ferrocarril Tacna – Arica, sólo se ha logrado obtener información de dos meses (siendo desde el mes de julio a diciembre que opera).

**b) Consumo de combustible en Inca Rail SAC:**

Si bien no se obtuvo la información del consumo de combustible 2016, en Inca Rail SAC, sí se identificó actividad, por lo que, se estimó el consumo de combustible para el año 2016, a partir de una regresión simple entre los reportes del OSINERGMIN y los datos históricos 2013, 2014 y 2015 de Inca Rail SAC, tal como se muestra en la siguiente tabla:

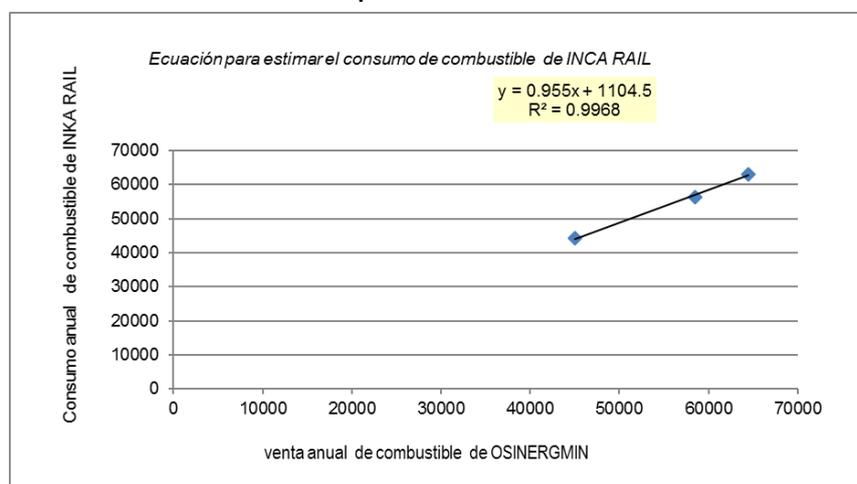
**Tabla 49. Consumo de combustible reportado en OSINERGMIN por Inca Rail**

Año	Venta de combustible - OSINERGMIN (gal)	Consumo de combustible - Reporte INCA RAIL (solo locomotoras) (gal)
2013	45,000	44,268
2014	58,500	56,360
2015	64,500	63,126
2016	93,000	89,919

Fuente: DGAAM – MTC – MTC

Los datos, reportados por OSINERGMIN, en la tabla anterior representan el consumo total de Inca Rail: fuentes fijas + fuentes móviles. Se reportó una covarianza positiva para estas dos variables, por lo que se estimó el dato para el año 2016. Ecuaciones logarítmicas, cuadráticas y lineales, estimaron R2 mayores a 0.9, pero al comparar con los datos reales 2013-2015, la ecuación lineal reportó menor variación con los datos proyectados. La ecuación usada se muestra a continuación:

**Ecuación 2: Ecuacion lineal para estimar el consumo 2016 en Inca Rail**



Dónde:

y = Combustible en locomotoras de Inca Rail

x = Combustible total reportado, por Inca Rail, a OSINERGMIN

Fuente: Elaboración propia, DGAAM – MTC

**c) Otros ferrocarriles**

Además se hicieron aproximaciones para determinar el consumo de combustible para el ferrocarril Trasandino considerando el consumo de combustible histórico, mientras que para Souther Perú se estimó el combustible con las formular del IPCC considerando el número de vagones.

Mientras que con el SCOP de las ventas de combustible (OSINERGMIN) se obtuvo información para:

- Unión Andina de Cementos S.A.A
- Votorantim Metais - Cajamarca.

También se incluye el consumo de combustible que consumen los vehículos autopropulsores que se emplean para el mantenimiento de las ferrovías de la Línea 1 del Metro de Lima y del Ferrocarril Huancayo-Huancavelica.

**6.3.3. Factores de emisión y de conversión**

A continuación, se detallan los factores de emisión empleados:

**Tabla 50. Factores de emisión empleados – Ferrocarril**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	Calculado (C)/por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
Ferrocarril	Factor de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso procedentes de combustión móvil (kg CO <sub>2</sub> /TJ; kg CH <sub>4</sub> /TJ y Kg N <sub>2</sub> O/TJ).	D	-	1	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 2, Cap. 3, p. 3.16, cuadro 3.2.1). Recuperado de <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html</a> .

Fuente: DGAAM – MTC

Los factores de emisión, de los combustibles usados en ferrocarriles son valores por defecto de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, y se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 51. Factores de emisión GEI para transporte ferroviario**

Tipo de GEI	DIÉSEL (*) [Kg GEI/TJ]
CO <sub>2</sub>	74,100
CH <sub>4</sub>	4.15
N <sub>2</sub> O	28.60

Fuente: DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 – Vol.2, p. 3.43, cuadro 3.4.1

Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en toneladas de CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas, por tanto, se utiliza los valores de densidad y poder calorífico (VCN) de dichos combustibles, como se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 52. Densidades para combustibles usados en ferrocarriles - RAGEI 2016**

Tipo de combustible	Densidad inferior	Densidad superior	Unidad
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.851	-	Kg/L
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.837	-	Kg/L
Biocombustible (100% etanol) <sup>b</sup>	0.790	-	g/Cm <sup>3</sup>

<sup>a</sup> Petroperú<sup>19</sup>

<sup>b</sup> UNMSM<sup>20</sup>

Las densidades presentadas solo cuentan con valores de Densidad inferior, por la cual es la que se empleará para estimar el factor de conversión.

**Tabla 53. VCN para combustibles usados en ferrocarriles - RAGEI 2016**

Tipo de combustible	VCN	Unidad
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Biocombustible (100% etanol) <sup>b</sup>	27.00	TJ/Gg

<sup>a</sup> Petroperú<sup>21</sup>

<sup>b</sup> Directrices del IPCC de 2006, Cap. 1, p. 1.19

<sup>19</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (SEHS-666-2016)

<sup>20</sup> Universidad- Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de [www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf](http://www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf)

<sup>21</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (SEHS-666-2016)

### 6.3.4. Análisis de resultados

Las emisiones de GEI, para el transporte ferroviario 2016, se reportaron en: 108.98 GgCO<sub>2</sub>, 0.02 GgCH<sub>4</sub> y 0.04 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 122.99 GgCO<sub>2</sub>eq.

### 6.3.5. Análisis de incertidumbre

Este análisis ha permitido identificar en las fuentes de la subcategoría de ferrocarriles (1A3c), la menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, y además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (año 2016) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada):

**Tabla 54. Incertidumbre de Ferrocarriles**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>Energía</b>							
<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
<b>Transporte</b>							
1A3c Ferrocarriles	Diésel Oil S-50	CO <sub>2</sub>	5.0%	0.5%	5.0%	1.48%	2.3%
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	5.0%	0.5%	5.0%	3.55%	5.4%
	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	0.00%	0.0%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>3.8%</b>	<b>5.6%</b>
1A3c Ferrocarriles	Diésel Oil S-50	CH <sub>4</sub>	5.0%	45.4%	45.7%	32.2%	5.4%
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	5.0%	45.4%	45.7%	13.5%	2.3%
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	0.0%	0.0%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>34.9%</b>	<b>5.8%</b>
1A3c Ferrocarriles	Diésel Oil S-50	N <sub>2</sub> O	5.0%	75.0%	75.2%	22.2%	2.3%
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	5.0%	75.0%	75.2%	53.0%	5.4%
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	66.7%	66.9%	0.0%	0.0%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>57.5%</b>	<b>5.8%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

Para el CO<sub>2</sub>, la incertidumbre combinada es de 3.8%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 5.6%.

Para el CH<sub>4</sub>, se presenta una incertidumbre combinada de 34.9%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 5.8%.

Para el N<sub>2</sub>O, se tiene una incertidumbre combinada de 57.5%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 5.8%.

Los valores de incertidumbre de los datos de nivel de actividad y factores de emisión, se detallan en las siguientes tablas.

**Tabla 55. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Ferrocarriles**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
Ferrocarriles	Diésel Oil S-50	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	La Directrices del IPCC de 2006, indica que: “La incertidumbre de los datos de la actividad de arriba hacia abajo (uso del combustible) tiende a ser de aproximadamente $\pm 5$ por ciento”.
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	
	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Diésel Oil S-50	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Diésel Oil S-50	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.46	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	

Fuente: DGAAM – MTC

**Tabla 56. Incertidumbre en los Factores de Emisión – Ferrocarriles**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios																			
			Valor inferior	Valor superior	valor a usar																					
Ferrocarriles	Diésel Oil S-50	CO <sub>2</sub>	-2%	0.9%	<b>0.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43	<p>La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 (Vol2, p.3.46), indica que: El Cuadro 3.4.1 proporciona rangos que indican las incertidumbres asociadas con el diésel. Ante la falta de información específica, la relación porcentual entre los valores limitantes superior e inferior y la estimación central pueden servir para derivar los rangos de incertidumbre por defecto asociados con los factores de emisión para los aditivos”.</p> <p><i>Por lo tanto se toma la variación porcentual de los F.E (DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Cuadro 3.4.1), para obtener los valores de incertidumbre:</i></p> <p>CO<sub>2</sub>: Primer valor <math>\Delta\% = (72600 - 74100)/74100 = -2.0\%</math> y Segundo valor <math>\Delta\% = (74800 - 74100)/74100 = 0.9\%</math>. Promedio simple de ambos: <math>+0.5\%</math></p> <p>CO<sub>4</sub>: Primer valor <math>\Delta\% = (1.67 - 4.15)/4.15 = -59.8\%</math> y Segundo valor <math>\Delta\% = (10.4 - 4.15)/4.15 = 150.6\%</math>. Promedio simple de ambos: <math>+45.4\%</math></p> <p>N<sub>2</sub>O: Primer valor <math>\Delta\% = (14.3 - 28.6)/28.6 = -50\%</math> y Segundo valor <math>\Delta\% = (85.8 - 28.6)/28.6 = 200\%</math>. Promedio simple de ambos: <math>+75\%</math>.</p> <p>Factores de Emisión por defecto de los combustibles para el transporte ferroviario</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Gas</th> <th colspan="3">Diésel (Kg/TJ)</th> </tr> <tr> <th>Por defecto</th> <th>Inferior</th> <th>Superior</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO<sub>2</sub></td> <td>74 100</td> <td>72 600</td> <td>74 800</td> </tr> <tr> <td>CH<sub>4</sub></td> <td>4.15</td> <td>1.67</td> <td>10.4</td> </tr> <tr> <td>N<sub>2</sub>O</td> <td>28.6</td> <td>14.3</td> <td>85.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Cuadro 3.41</p>	Gas	Diésel (Kg/TJ)			Por defecto	Inferior	Superior	CO <sub>2</sub>	74 100	72 600	74 800	CH <sub>4</sub>	4.15	1.67	10.4	N <sub>2</sub> O	28.6	14.3	85.8
	Gas	Diésel (Kg/TJ)																								
		Por defecto	Inferior	Superior																						
	CO <sub>2</sub>	74 100	72 600	74 800																						
	CH <sub>4</sub>	4.15	1.67	10.4																						
	N <sub>2</sub> O	28.6	14.3	85.8																						
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	-2%	0.9%	<b>0.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																				
	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																				
Diésel Oil S-50	CH <sub>4</sub>	-60%	150.6%	<b>45.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																					
Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	-60%	150.6%	<b>45.4%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																					
Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30																					
Diésel Oil S-50	N <sub>2</sub> O	-50%	200.0%	<b>75.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																					
Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	-50%	200.0%	<b>75.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.43																					

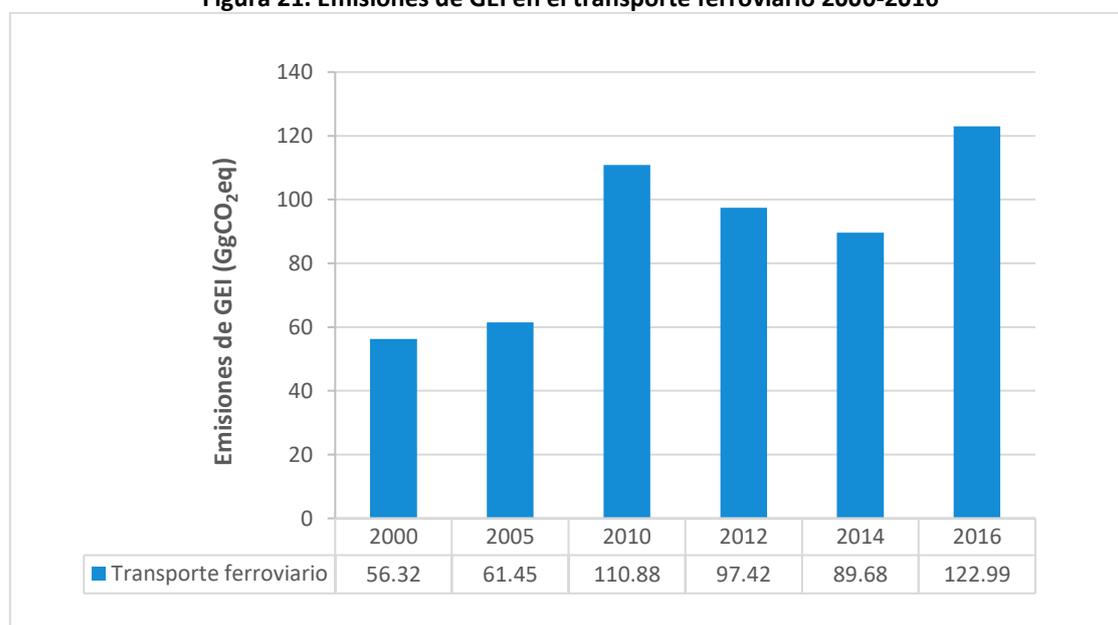
Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios
			Valor inferior	Valor superior	valor a usar		
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 Vol. 2, p. 3.30	

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.3.6. Actualización de serie temporal

La siguiente figura muestra la serie temporal 2000-2016, con las emisiones de GEI para el transporte ferroviario.

Figura 21. Emisiones de GEI en el transporte ferroviario 2000-2016



Fuente: DGAAM – MTC

En este tipo de transporte, desde el año 2010 se viene reportando una reducción del 19.12% hasta el año 2014, y generando un incremento de 37.15% para el periodo 2014-2016.

### 6.3.7. Control de calidad y Garantía de la calidad

#### 6.3.7.1. Control de calidad

Los procedimientos específicos de control de calidad de la Directrices del IPCC de 2006 aplicados a la subcategoría analizada en esta sección se describen a continuación:

Tabla 57. Procedimientos específicos de control de calidad en ferrocarriles

Procedimiento específico	Comentario
<p><b>Revisión de los factores de emisión</b>                      El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. Para los factores por defecto del IPCC, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría. De ser posible, deben compararse los factores por defecto del IPCC con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables y razonables</p>	<p>Se controló que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de emisión adecuados para la fuente de ferrocarriles, por tipo de combustible.</p>

Procedimiento específico	Comentario
<p><b>Control de los datos de la actividad</b>                      Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos de la actividad históricos o con las salidas del modelo, para detectar anomalías. Es posible controlar los datos con los indicadores de productividad tales como el combustible por unidad de distancia de desempeño del ferrocarril (kilómetros de carga y con pasajeros) en comparación con otros países y a través de distintos años.</p>	<p>Se verificó la veracidad, con las fuentes principales, de los datos ingresados. De esta manera se garantizó la coherencia en las series temporales (año 2000, 2005, 2010 2012, 2014 y 2016)</p>

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.3.7.2. Garantía de calidad

Los procedimientos de garantía de calidad aplicados, se describen en la sección 3.3.2 del presente reporte.

### 6.3.8. Sigüientes pasos

En el desarrollo del RAGEI 2016, se identificaron acciones de mejora para futuros cálculos de emisiones en ferrocarriles. Estas acciones podrían implementarse en futuros RAGEI, planificadas en un corto (1 año) y mediano plazo (hasta 5 años).

**Tabla 58. Acciones de mejora para futuros RAGEI en ferrocarriles**

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
Coordinar con el MINEM (entidad competente) para obtener, de forma continua, información sobre el consumo de combustible de las empresas ferroviarias: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Southern Perú Copper Corporation Sucursal del Perú</li> <li>▪ Unión Andina de Cementos S.A.A</li> <li>▪ Votorantim Metais-Cajamarca</li> </ul>	Incrementar la exactitud y exhaustividad del cálculo de emisiones de la subcategoría de los Ferrocarriles.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas. La información de consumo de combustible correspondería a los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.	Corto plazo
Validar la estimación de emisiones del INGEI 2000, de la subcategoría de Ferrocarriles.	Mejorar la exactitud del cálculo de emisiones de la fuente de ferrocarriles.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las seis empresas de ferrocarriles identificadas: Ferrocarril Tacna - Arica, Huancayo-Huancavelica, Central Andina S.A, Perurail S.A., Inca Rail y Southern Perú.	Corto plazo
Estimar las emisiones de gases indirectos (NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub> ).	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de todas las subcategorías.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Evaluar la factibilidad de actualización de la categoría transporte móvil del INGEI 1994.	Mejorar la coherencia temporal.	Aún no se ha iniciado esta acción, siendo una opción el realizar proyecciones de las emisiones GEI, con datos históricos (estadísticas), ya que la mayor parte de las empresas ferroviarias no cuentan información del	Mediano plazo

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
		consumo de combustible de las locomotoras para el año 1994.	
Mejorar el análisis de incertidumbre para cada una de las subcategorías, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
Considerar las buenas prácticas del PCC para asegurar que no exista doble contabilidad.	Mejorar la exactitud de los cálculos evitando una sobre estimación.	No se han iniciado gestiones de implementación. Para ello se debe coordinar con cada empresa ferroviaria, para que realice acciones de gestión de información.	Corto plazo
Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional	Asegurar la mayor exactitud posible.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo

Fuente: DGAAM – MTC

#### 6.4. Subcategoría 1A3d: Navegación marítima y fluvial

Se incluyen las emisiones de GEI por la quema y la evaporación de combustibles para todas las actividades de transporte marítimo y fluvial. Esta subcategoría genera emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. La subcategoría de navegación marítima y fluvial incluye las siguientes fuentes (fuentes en gris no se incluyen en el RAGEI 2016):

**Tabla 59. Estructura de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial**

Categoría de fuente	Alcance
1A3d Navegación marítima y fluvial	Emisiones de combustibles usados para impulsar naves marítimas y fluviales, incluidos aerodeslizadores y aliscafos, pero a exclusión de las naves pesqueras. La división entre rutas internacionales/nacionales debe determinarse en base a los puertos de salida y de llegada, y no por la bandera o nacionalidad del barco.
1A3di <i>Navegación marítima y fluvial internacional (tanques de combustible internacionales)</i>	Emisiones de combustibles usados por naves de todas las banderas que se dedican a la navegación internacional vial. La navegación internacional puede ser en mares, lagos internos o vías fluviales y por aguas costeras. Incluye emisiones de viajes que salen desde un país y llegan a otro. Excluye el consumo de barcos pesqueros (véase Otros sectores – Pesca). Se pueden incluir las emisiones de la navegación marítima y fluvial militar internacional como subcategoría aparte de la navegación marítima y fluvial internacional, siempre y cuando se aplique la misma distinción en las definiciones y haya datos disponibles para respaldar la definición.
1A3dii <i>Navegación marítima y fluvial nacional</i>	Emisiones de combustibles usados por barcos de todas las banderas que salen y llegan dentro de un mismo país (excluye la pesca, que debe declararse bajo 1 A 4 c iii y los viajes militares, que deben declararse en 1 a 5 b). Nótese que esto puede incluir los viajes de considerable extensión entre dos puertos de un país (p. ej., de San Francisco a Honolulu).
1A4ciii <i>Pesca (combustión móvil)</i>	Emisiones de combustible que se usa en pesca de cabotaje, costera y en alta mar. La pesca debe cubrir las naves de todas las banderas que hayan repostado en el país (incluida la pesca internacional).

<p>1A5b Móvil (componente de la navegación marítima y fluvial)</p>	<p>Todas las demás emisiones móviles marítimas y fluviales de la quema de combustibles que no se hayan especificado en otro lugar. Incluye las emisiones militares precedentes de la navegación marítima y fluvial militar del combustible entregado a las fuerzas militares del país, que no se incluye por separado en la categoría 1 A3 d i, así como el combustible entregado dentro de ese país, pero usado por las fuerzas militares de otros países que no participan en operaciones multilaterales.</p>
<p>1A5c Operaciones multilaterales (componente de navegación marítima y fluvial)</p>	<p>Emisiones procedentes de los combustibles utilizados para la navegación marítima y fluvial en las operaciones multilaterales, conforme a la Carta de las Naciones Unidas. Incluye las emisiones de combustible entregado a los militares del país y a los militares de otros países.</p>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p.3.8

De las presentadas, se estiman las emisiones de las siguientes:

- 1A3di: Navegación marítima internacional.
- 1A3dii: Navegación marítima y fluvial nacional

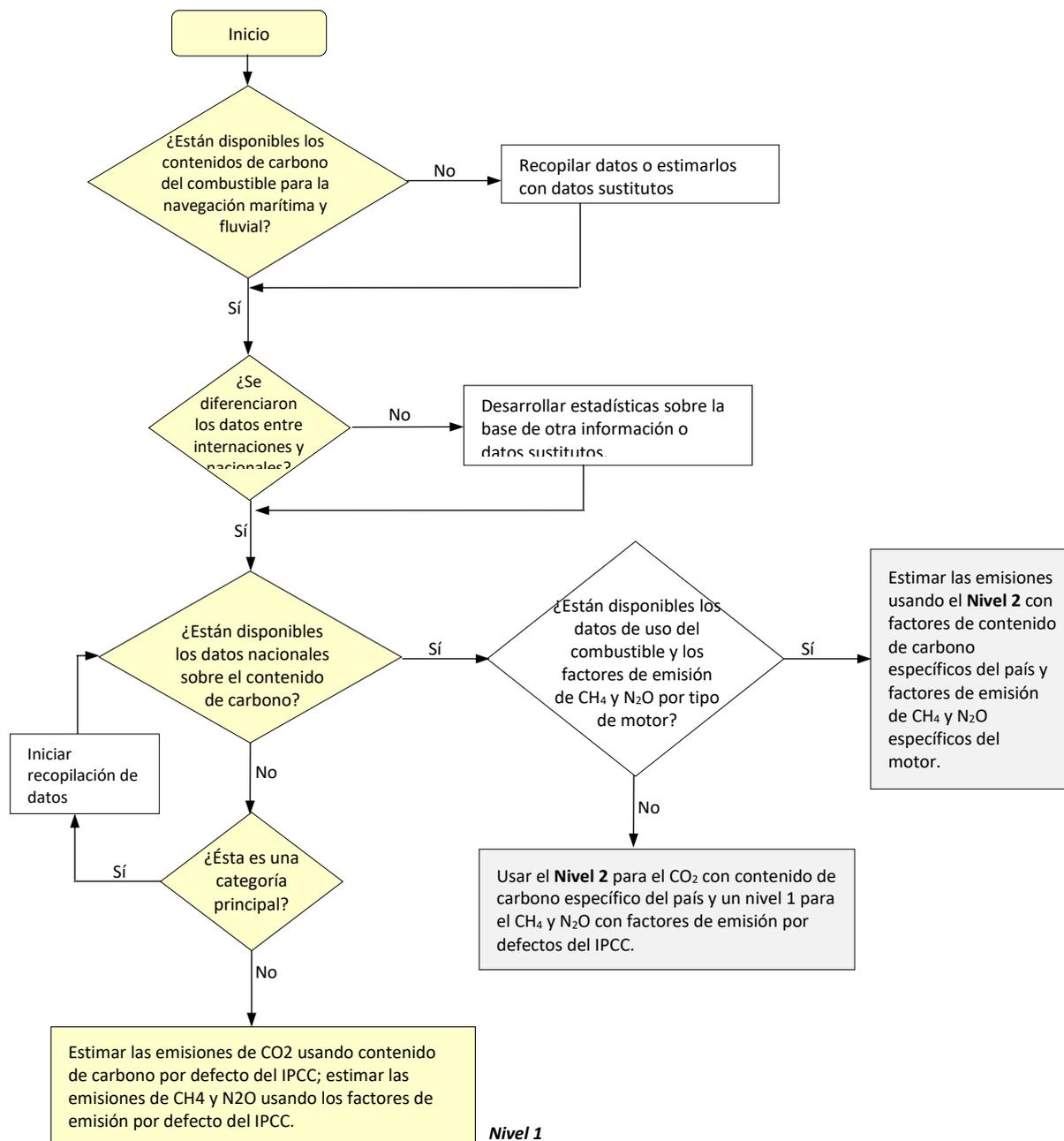
Las emisiones de la subcategoría 1A4ciii - Pesca (combustión móvil), no se consideran en este reporte dado que sus estimaciones le competen al MINEM según lo establecido en el INFOCARBONO y se incluye en el de sector Energía - Combustión Estacionaria. Las emisiones de la subcategoría 1A5b - Móvil (componente de la navegación marítima y fluvial) y 1A5c - Operaciones multilaterales (componente de navegación marítima y fluvial) no han sido estimados debido a que no se cuenta con la información necesaria.

#### 6.4.1. Método de Cálculo

En esta categoría se tienen dos opciones para el nivel de cálculo, tal como se describe:

- Nivel 1: Se estiman las emisiones usando la quema de combustibles fósiles y los factores de emisión por defecto específicos del combustible. Estos últimos son proporcionados por las Directrices del IPCC de 2006.
- Nivel 2: También utiliza el consumo de combustible, pero exige la aplicación de factores de emisión específicos del país, con mayor especificidad: la clasificación de los modos (p. ej., barcos y botes transatlánticos), tipo de combustible (p. ej., fuelóleo) y hasta el tipo de motor (p. ej., diésel).

Figura 22. Árbol de decisión para las emisiones procedentes de la navegación marítima y fluvial



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 3.5.1

Para identificar el Nivel de cálculo de las emisiones GEI, seguimos lo que indica el árbol de decisiones presentado:

- Nivel 3: con la pregunta ¿Están disponibles los contenidos de carbono del combustible para la navegación marítima y fluvial? Con la información recopilada en esta categoría, la respuesta fue NO; por lo tanto, se evalúa el siguiente nivel de cálculo.
- Nivel 2: con la pregunta ¿Se diferenciaron los datos entre internacionales y nacionales?, si es sí ¿Están disponibles los datos nacionales sobre el contenido de carbono? Con la información recopilada en esta categoría, la respuesta fue SÍ para la primera pregunta; sin embargo, en la segunda pregunta, la respuesta fue NO, ya que no se cuenta con los datos del contenido de carbono. Esto nos lleva a evaluar el siguiente nivel de cálculo.

- Nivel 1: con la pregunta ¿Esta es una categoría principal?  
Con la información de los RAGEI previos y la serie temporal, la respuesta fue NO; por lo tanto, se debe seleccionar el Nivel 1.

De acuerdo a lo anterior y dada la información disponible para el RAGEI 2016 (Combustible abastecido por las naves marítimas y demanda de Grifos Flotantes); las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de navegación marítima y fluvial, se estiman siguiendo el Nivel 1 de cálculo, usando factores de emisión por defecto de las DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006. Esto se resume en:

**Ecuación 3.5.1. Ecuación para la navegación marítima y fluvial**

$$\text{Emisiones} = \sum(\text{Combustible Consumido}_{ab} \times \text{Factor de emisión}_{ab})$$

- a =Tipo de combustible (diésel, gasolina, GLP, tanque, etc).
- b =Tipo de navegación marítima y fluvial (es decir, barco o bote y posible tipo de motor)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p. 3.47 y Ecuación 3.5.1

El nivel de cálculo para transporte marítimo y fluvial se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 60. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Navegación marítima y fluvial**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Fuente de información	TIER/ Nivel
1	<b>Energía</b>				
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>			
	1A3	<b>Transporte</b>			
	1A3d	<b>Navegación marítima y fluvial</b>			
	1A3di	Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	Combustible consumido (TJ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Combustible abastecido por las naves marítimas.</li> </ul>	Autoridad Portuaria Nacional (APN)
1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Combustible abastecido por las naves marítimas.</li> <li>▪ Demanda de Grifos Flotantes (GRFL).</li> </ul>		1	

Fuente: DGAAM – MTC

- Nivel 1: Se estiman las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O usando los factores de emisión por defecto específicos del combustible, que las Directrices del IPCC de 2006 brinda y la cantidad combustible consumido.
- Nivel 2: Para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se estiman las emisiones con los factores de emisión específicos del país y el combustible consumido.
- Nivel 3: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se requiere datos al detalle de cada tipo de motor y tren, horas anuales de utilización de la locomotora, potencial nominal promedio de la locomotora.

Los árboles de decisión, que se presentan a continuación, ayudaron en la selección del nivel de cálculo, adecuado a la información recopilada en transporte ferroviario.

**6.4.2. Datos de actividad**

A continuación se presentan la descripción del nivel de actividad y los datos nacionales empleados para el cálculo de emisiones, 2016, en navegación marítima y fluvial:

**Tabla 61. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Navegación marítima y fluvial**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios	
1	<b>Energía</b>								
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
	1A3	<b>Transporte</b>							
	1A3d	<b>Navegación marítima y fluvial</b>							
	1A3dr	Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	Combustible vendido (TJ)	Combustible usado por las naves marítimas.	Unidades de masa o volumen (toneladas métricas)	APN (s.f).	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i> )	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Data es original de APN, que recopilan a través de formatos físicos directamente de las embarcaciones marítimas en los puertos del Perú.
1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	Combustible usado por las naves marítimas.		Unidades de masa o volumen (toneladas métricas)	OSINERGMIN (s.f).		Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.		Data es original de OSINERGMIN, consta de la venta de combustibles en grifos flotantes.
			Demanda de Grifos Flotantes (GRFL)	Unidades de masa o volumen (Miles de barriles)					

Fuente: DGAAM – MTC

Desde el RAGEI 2014 se recopila información de la demanda de combustibles de **grifos flotantes**, la cual corresponde al consumo de combustible para **naves fluviales**. Esta información es proporcionada por OSINERGMIN y corresponde a la venta de combustible de los grifos flotantes a nivel nacional, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 62. Demanda de combustible en grifos flotantes para el año 2016**

Tipo de combustible	Consumo (MB)
D2 Marino	33
DB5	329
DB5 S-50	16
Gasolina 84	311
Gasolina 90	53
Gasohol 84	0.24

Fuente: OSINERGMIN: Demanda nacional de combustibles según categoría<sup>22</sup>

Por otro lado, la APN reportó los consumos de combustible, en naves nacionales e internacionales, tal como se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 63. Combustible usado por las naves marítimas nacionales e internacionales – Año 2016**

Puertos del Perú	Tipo de Combustible	Nacional	Internacional
		Cantidad de combustible TM	Cantidad de combustible TM
CALLAO	IFO 380	65,905.31	1,033,094.29
CALLAO	MGO	6,522.71	52,602.39
CALLAO	DIESEL	817.60	283.11
CALLAO	GASOLINA	0.00	0.00
PAITA	IFO 380	0.00	0.00
PAITA	MGO	0.00	0.00
PAITA	DIESEL	9.49	9.30
PAITA	GASOLINA	0.00	0.00
SALAVERRY	IFO 380	0.00	0.00
SALAVERRY	MGO	0.00	0.00
SALAVERRY	DIESEL	565.75	0.00
SALAVERRY	GASOLINA	0.00	0.00
MATARANI	IFO 380	0.00	0.00
MATARANI	MGO	0.00	0.00
MATARANI	DIESEL	20.15	0.00
MATARANI	GASOLINA	0.00	0.00

Fuente: APN, 2016

**Nota:** APN, reportó el alcance de la información por puerto: Callao (43.8%), ILO (50%) y Salaverry (20%). Para Matarani, Paita y Pisco fue al 100% de información recopilada. Por lo tanto, la información presentada en la tabla anterior, ha sido proyectada al 100% (Callao, Ilo y Salaverry).

La venta de combustibles en grifos flotantes que reporta OSINERGMIN y es la usada para el cálculo del consumo de combustible del transporte fluvial.

<sup>22</sup> Ubicado en: RQ\_Comb\_VF\_2005\_2018 (Libro de Excel)].

### 6.4.3. Factores de emisión y de conversión

A continuación, se detallan los factores de emisión de la Directrices del IPCC de 2006 empleados:

**Tabla 64. Factores de emisión empleados – Navegación Marítima y Fluvial**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales).	Factor de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso procedentes de combustión móvil (kg CO <sub>2</sub> /TJ; kg CH <sub>4</sub> /TJ y Kg N <sub>2</sub> O/TJ).	D	-	1	IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. (Vol. 2, Capítulo 3, p. 3.50).
Navegación marítima y fluvial nacional.					

Fuente: DGAAM – MTC

Los factores de emisión, de los combustibles usados en transporte marítimo y fluvial, son valores por defecto de la Directrices del IPCC de 2006, y se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 65. Factores de emisión GEI para transporte marítimo y fluvial**

Tipo de combustible	CO <sub>2</sub> [kg/TJ]	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O [kg/TJ]
Gasolina	69,300	7	2
Gas/Diésel	74,100	7	2
Fuelóleo residual	77,400	7	2
Transatlánticos <sup>23</sup>	-	7	2

Fuente: DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol. 2, p. 3.50

Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas, por lo tanto, se utiliza los valores de densidad y poder calorífico (VCN) de dichos combustibles, cuyos valores aplicados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 66. Densidades empleadas en Navegación marítima y fluvial**

Tipo de combustible	Densidad inferior	Densidad superior	Unidad
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.851	-	Kg/L
IFO 380 <sup>a</sup>	0.969	-	Kg/L
IFO 180 <sup>a</sup>	0.986	-	Kg/L
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.837	-	Kg/L
Biocombustible (100% etanol) <sup>d</sup>	0.790	-	g/Cm <sup>3</sup>

<sup>a</sup> Petroperú<sup>24</sup>

<sup>d</sup> UNMSM<sup>25</sup>

**Tabla 67. VCN empleadas en Navegación marítima y fluvial**

Tipo de combustible	VCN	Unidad
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Diésel B5 (S-50) <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg

<sup>23</sup> Valores por defecto derivados para los motores diésel que utilizan fuelóleo pesado.

<sup>24</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (SEHS-666-2016)

<sup>25</sup> Universidad- Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <http://www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf>

Tipo de combustible	VCN	Unidad
IFO 180 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
IFO 380 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Biocombustible (100% etanol) <sup>b</sup>	27.00	TJ/Gg

<sup>a</sup> Petroperú<sup>26</sup>

<sup>b</sup> Directrices del IPCC de 2006, Cap. 1, p. 1.19

#### 6.4.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones del transporte marítimo y fluvial fueron de 519.96 GgCO<sub>2</sub>, 0.05 GgCH<sub>4</sub> y 0.01 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 525.35 GgCO<sub>2</sub>eq, representando el 2.50% del total de emisiones del sector.

#### 6.4.5. Análisis de incertidumbre

Este análisis ha permitido identificar en las fuentes de la subcategoría de navegación marítima internacional (1A3di) y navegación marítima y fluvial nacional (1A3dii), la menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, y además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (año 2016) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada):

**Tabla 68. Incertidumbre en Navegación marítima y fluvial**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incumbre en los datos de nivel de actividad	Incumbre en el factor de emisión	Incumbre combinada	Incumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>Energía</b>							
<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
1A3di Navegación marítima internacional	Fuelóleo residual	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.0%	5.8%	5.55%	12.9%
	Diésel oil	CO <sub>2</sub>	5.0%	1.5%	5.2%	0.25%	0.65%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>5.6%</b>	<b>12.9%</b>
1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	1.5%	5.2%	1.32%	2.1%
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	5.0%	1.5%	5.2%	1.79%	2.8%
	Fuelóleo residual	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.0%	5.8%	2.35%	3.3%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>3.2%</b>	<b>4.9%</b>
1A3di Navegación marítima internacional	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	50.0%	50.2%	47.78%	12.9%
	Fuelóleo residual	CH <sub>4</sub>	5.0%	50.0%	5.0%	2.47%	0.7%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>47.8%</b>	<b>12.9%</b>
1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	50.0%	50.2%	13.6%	2.3%
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	5.0%	50.0%	50.2%	17.2%	2.9%
	Fuelóleo residual	CH <sub>4</sub>	5.0%	50.0%	50.2%	19.4%	3.2%

<sup>26</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (SEHS-666-2016)

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>29.3%</b>	<b>4.8%</b>
1A3di Navegación marítima internacional	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	50.0%	50.2%	47.78%	12.9%
	Fuelóleo residual	N <sub>2</sub> O	5.0%	50.0%	50.2%	2.5%	0.7%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>47.8%</b>	<b>1209%</b>
1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	50.0%	50.2%	13.6%	2.3%
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	5.0%	50.0%	50.2%	17.2%	2.9%
	Fuelóleo residual	N <sub>2</sub> O	5.0%	50.0%	50.2%	19.4%	3.2%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>29.3%</b>	<b>4.8%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

La fuente de CO<sub>2</sub> (principal GEI) con menor incertidumbre combinada es navegación marítima y fluvial nacional (1A3dii) con 3.2%; mientras que la fuente de navegación marítima internacional (1A3di) es de 5.6%.

La fuente de CH<sub>4</sub> con menor incertidumbre combinada, es navegación marítima y fluvial nacional (1A3dii) con 47.8%; mientras que la fuente de navegación marítima internacional (1A3di) es de 29.3%.

Las fuentes de N<sub>2</sub>O, tanto en la incertidumbre combinada y en la incertidumbre introducida en la tendencia, presentan valores iguales a los dados para el CH<sub>4</sub>.

A continuación, se detallan los valores de incertidumbre en los datos de nivel de actividad y factores de emisión.

**Tabla 69. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Navegación marítima y fluvial**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
Navegación marítima y fluvial	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 indica que: "Gran parte de la incertidumbre de las estimaciones de emisiones en la navegación marítima y fluvial se relaciona con la dificultad que plantea distinguir entre el consumo de combustible nacional y el internacional. Si se dispone de datos de sondeos completos, la incertidumbre puede ser baja (digamos ± 5 por ciento)". <i>De los datos nacionales, si se distingue entre el consumo de combustible nacional y el internacional, pero no se cuenta con una certeza de la</i>
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	CO <sub>2</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	CH <sub>4</sub>	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
					<i>incertidumbre, y por tanto se toma el valor de ± 5%.</i>

Fuente: DGAAM – MTC

**Tabla 70. Incertidumbre en los Factores de Emisión– Navegación marítima y fluvial**

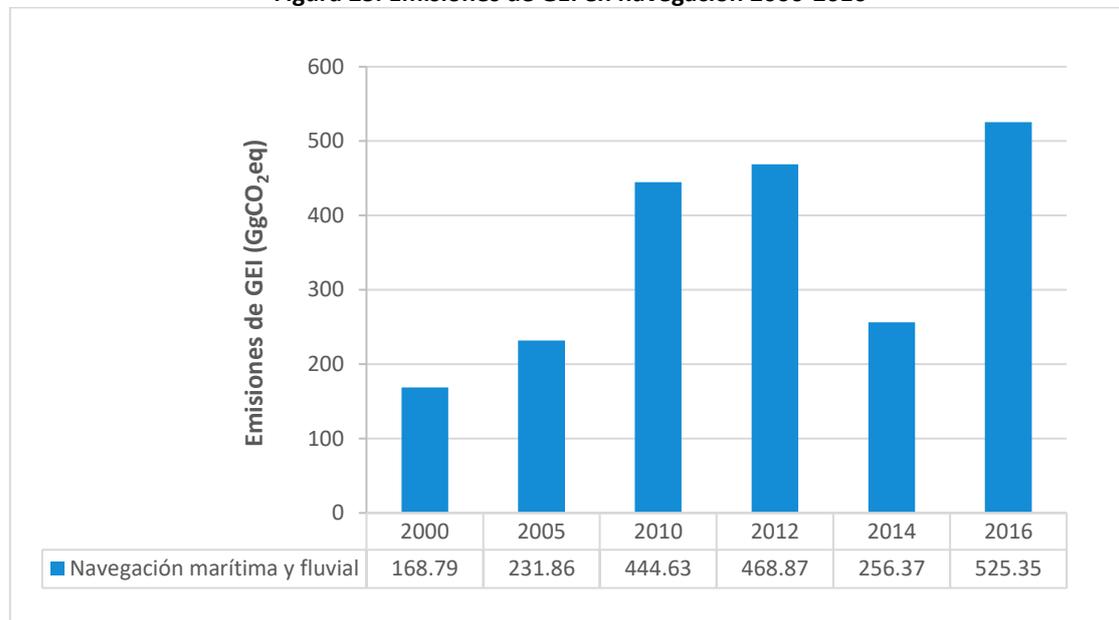
Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios
			Valor inferior	Valor superior	valor a usar		
Navegación marítima y fluvial	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	-	-	1.5%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, indica que: “Según el dictamen de expertos, los factores de emisión de CO <sub>2</sub> para los combustibles suelen estar bien determinados, dado que dependen principalmente del contenido de carbono del combustible (EPA, 2004). Por ejemplo, el valor de incertidumbre por defecto del diésel es de aproximadamente ± 1,5 por ciento y de ± 3 por ciento para el fuelóleo residual. La incertidumbre del factor de emisión del CH <sub>4</sub> puede variar tanto como el 50 por ciento. La incertidumbre del factor de emisión del N <sub>2</sub> O puede variar de alrededor del 40 por ciento por debajo del valor por defecto al 140 por ciento por encima de dicho valor (Watterson, 2004).”
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	-	-	1.5%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	CO <sub>2</sub>	-	-	3%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	-	-	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	-	-	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	CH <sub>4</sub>	-	-	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	-40%	140%	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	-40%	140%	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	
	Fuelóleo residual	N <sub>2</sub> O	-40%	140%	50%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006, Vol.2, p. 3.54	

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.4.6. Actualización de serie temporal

La siguiente figura muestra la serie temporal 2000-2016, con las emisiones de GEI para la navegación marítima y fluvial.

Figura 23. Emisiones de GEI en navegación 2000-2016



Fuente: DGAAM – MTC

En este tipo de transporte, se reporta una línea temporal bastante heterogénea, siendo que en el periodo 2014-2016 se dio un crecimiento de 104.92%, mientras que en el período 2012-2014 se dio una reducción del 45.32%.

### 6.4.7. Control de calidad y Garantía de la calidad

#### 6.4.7.1. Control de calidad

Los procedimientos específicos de control de calidad de la Directrices del IPCC de 2006 aplicados a la subcategoría analizada en esta sección se describen a continuación:

Tabla 71. Procedimientos específicos de control de calidad en Navegación marítima y fluvial

Procedimiento específico	Comentario
Comparación de emisiones a través de métodos alternativos: <i>De ser posible, el compilador del inventario debe comparar las estimaciones determinadas para la navegación marítima y fluvial usando los métodos de Nivel 1 y 2. Debe investigar y explicar toda anomalía existente entre las diversas estimaciones de emisiones. Es preciso registrar los resultados de esas comparaciones.</i>	No ha sido posible realizar esta comparación, ya que las emisiones en esta subcategoría se han estimado empleando solo la metodología de Nivel 1. Para el nivel 2 es necesario contar con los factores de emisión específicos del país.
Revisión de los factores de emisión <i>El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. En caso de estar disponibles los factores de emisión nacionales, se los debe utilizar siempre que estén bien documentados. Para los factores por defecto, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría</i>	Se garantiza que los Factores de Emisión en esta subcategoría, se han aplicado correctamente para cada fuente de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.
Control de los datos de la actividad <i>Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos históricos de la</i>	Se revisó la fuente de los datos nacionales, garantizando la aplicabilidad y la pertinencia en la sub-fuente.

Procedimiento específico	Comentario
<i>actividad o con las salidas del modelo, para detectar anomalías. Deben verificarse los datos con indicadores de productividad tales como combustible por unidad de desempeño del tránsito en la navegación marítima y fluvial, en comparación con otros países.</i>	Así mismo, se verificó y se garantiza que los datos ingresados tienen coherencia en las series temporales de la subcategoría (año 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014)
Revisión Externa <i>El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis o la documentación del inventario de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los expertos (p. ej., las autoridades del transporte, las compañías navieras y el personal militar) que estén familiarizados con la categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario.</i>	No se ha realizado la revisión externa.

Fuente: DGAAM – MTC

#### 6.4.7.2. Garantía de calidad

Los procedimientos de garantía de calidad aplicados, se describen en la sección 3.3.2 del presente reporte.

#### 6.4.8. Sigüientes pasos

En el desarrollo del RAGEI, se identificaron acciones de mejora para el cálculo de las emisiones de GEI en navegación marítima y fluvial. Estas acciones se implementarían en futuros RAGEI y se planificarían en un corto (1 año) y mediano plazo (hasta 5 años):

**Tabla 72. Acciones de mejora para futuros RAGEI en navegación marítima**

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
Coordinar con APN la incorporación de procedimientos de control de calidad durante la recopilación, procesamiento y sistematización de la información sobre consumo de combustible por tipo de embarcación.	Mejorar exhaustividad y exactitud de las emisiones de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con la APN para su definición.	Mediano plazo
Coordinar con DICAPI para obtener información que permita estimar el consumo de combustible de las embarcaciones no comerciales	Mejorar exhaustividad y exactitud de las emisiones de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas, realizando una reunión con las partes involucradas: DGTA, APN y DICAPI, con la finalidad de evitar doble conteo de datos nacionales.	Mediano plazo
Coordinar con APN para ordenar los tipos de embarcaciones registras por su representada, según la clasificación de las Directrices del IPCC de 2006.	Mejora la transparencia del cálculo de emisiones la subcategoría Navegación marítima.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con APN. Para este análisis se debe tener el tipo de naves en mención en las Directrices del IPCC de 2006 Cuadro 3.5.5 y 3.5.6, vol. 2, capítulo 3, p.3.52.	Corto plazo
Realizar un análisis en coordinación con APN, de las causas de reducción de consumo de combustible, que reportan las naves marítimas en los años 2005 y 2010	Mejora la exhaustividad y transparencia del cálculo de emisiones la subcategoría de Navegación marítima.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con APN.	Corto plazo
Realizar un análisis de la información de consumo de combustible fluvial, identificando	Mejora la exhaustividad y transparencia del cálculo de emisiones la	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con OSINERGMIN.	Corto plazo

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
si todo es a nivel nacional o si también incluye internacional.	subcategoría de Navegación fluvial nacional e internacional.		
Validar la estimación de emisiones del INGEI 2000, específicamente de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.	Mejorar la exactitud del cálculo de emisiones de las subcategorías en mención.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas con los datos nacionales: APN (navegación marítima) y OSINERGMIN (demanda de combustibles en grifos flotantes).	Corto plazo
Evaluar la factibilidad de actualización de la categoría transporte móvil del INGEI 1994.	Mejorar la coherencia temporal.	Aún no se ha iniciado esta acción. Para la actualización, se propone realizarla a través métodos de proyección de emisiones con estadísticas nacionales, ya que no se cuenta con información de consumo de combustibles de naves marítimas y fluviales, para este año.	Mediano plazo
Estimar las emisiones de gases indirectos (NOX, CO, COVDM, SO <sub>2</sub> )	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de todas las subcategorías.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Mejorar el análisis de incertidumbre para cada una de las subcategorías, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional.	Asegurar la mayor exactitud posible.	No se han iniciado gestiones de implementación, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Considerar las buenas prácticas del PCC para asegurar que no exista doble contabilidad.	Mejorar la exactitud de los cálculos evitando una sobre estimación.	No se han iniciado gestiones de implementación, pero se coordinará con las instituciones involucradas aspectos técnicos de gestión de información.	Corto plazo
Analizar y validar que el consumo de combustible proporcionado por APN en los años 2011 al 2014 solo corresponde a puertos marítimos. De acuerdo al Artículo 2 y 8.9 de la Resolución de Acuerdo del Directorio N° 043-2010-APN/DIR las empresas que prestan servicio de abastecimiento de combustible en las zonas portuarias de los puertos marítimos, fluviales y lacustres de la República deben remitir a la APN un informe trimestral de las operaciones realizadas.	Evitar doble contabilidad en navegación fluvial y mejorar la exactitud de los cálculos.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con APN.	Corto plazo

Fuente: DGAAM – MTC

## 6.5. Subcategoría 1A3e: Otro tipo de transporte

En esta sección se reporta información correspondiente a la estimación de emisiones de GEI del transporte todo terreno el cual considera los vehículos móviles utilizados en el puerto marítimo de Callao y de los Aeropuertos del Perú. El transporte por tubería se reporta en el RAGEI del sector de Energía (combustión estacionaria).

### 6.5.1. Método de Cálculo

En esta categoría incluye dos subcategorías de fuentes:

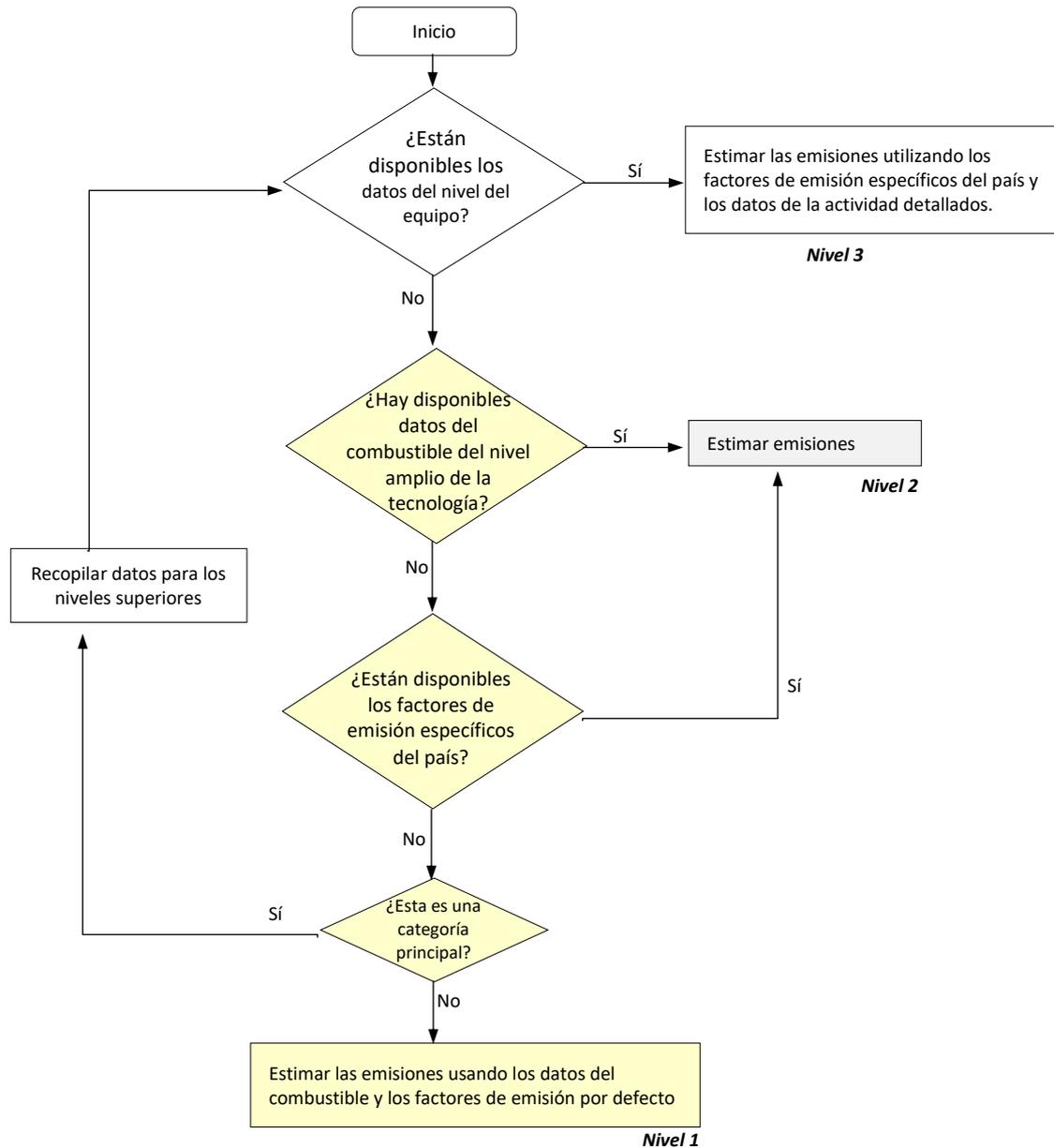
- 1A3ei Transporte por gaseoductos: en esta sección se reporta información correspondiente a la estimación de emisiones de GEI por el transporte por tubería. Esta subcategoría es trabajada y reportada por el Ministerio de Energía y Minas, como parte de su RAGEI (combustión estacionaria).
- 1A3eii Todo terreno: que incluye la quema de combustibles de los vehículos móviles utilizados en el puerto marítimo de Callao y de los Aeropuertos del Perú.

Como en las categorías anteriores, el nivel de cálculo seleccionado para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, dependerá de la cantidad y calidad de los datos disponibles, tal como se describe:

- Nivel 1: Se estiman las emisiones usando los factores de emisión por defecto, por tipo de combustible, de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006.
- Nivel 2: Se estiman las emisiones usando factores de emisión específicos del país, por tipo de combustible.
- Nivel 3: requiere información de las horas anuales de uso y de los parámetros específicos del equipo, como la potencia nominal, el factor de carga y los factores de emisión sobre la base de la utilización de energía.

El árbol de decisiones ayuda a seleccionar el nivel para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del transporte todo terreno, tal como se muestra:

Figura 24. Árbol de decisión para estimar las emisiones en vehículos todo terreno



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, vol. 2 – figura 3.3.1

Para identificar el Nivel de cálculo seguimos lo que indica el árbol de decisiones presentado:

- Nivel 3: a la pregunta ¿Están disponibles los datos del nivel del equipo?  
La respuesta es NO, puesto que no están disponibles las horas anuales de uso y de los parámetros específicos del equipo, como la potencia nominal. Por tanto, se analiza el siguiente nivel de cálculo.
- Nivel 2: a la pregunta ¿Hay disponibles datos del combustible del nivel amplio de la tecnología?  
La respuesta es no se cuenta con esta información; además no están disponibles los factores de emisión específicos del país. Luego se analiza el siguiente nivel de cálculo.
- Nivel 1: a la pregunta ¿Esta es una categoría principal?  
La respuesta es NO; por lo tanto, el Nivel 1 es el adecuado en esta categoría. Además, se cuenta con información del consumo de combustible de los vehículos y se dispone de los factores de emisión por defecto de la Directrices del IPCC de 2006.

La ecuación que corresponde aplicar para el Nivel 1 es el que se muestra a continuación:

**Ecuación 3.3.1. Estimación de emisiones del nivel 1**

$$\text{Emisiones} = \sum_j (\text{Combustible}_j \times EF_j)$$

Dónde:

- Emisión = Emisiones (kg)
- Combustible<sub>j</sub> = combustible consumido (representado por el combustible vendido) (TJ)
- EF<sub>j</sub> = Factor de emisión (kg/TJ).
- j = Tipo de combustible

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, p. 3.33, Ecuación 3.3.1

A manera de resumen, se presenta a continuación el nivel metodológico aplicado para cada fuente, según el nivel de actividad obtenido:

**Tabla 73. Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión en Transporte Todo Terreno**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	TIER / Nivel
1	<b>Energía</b>			
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>		
	1A3	<b>Transporte</b>		
	1A3e	<b>Otro tipo de transporte</b>		
	1A3e/ii	Todo Terreno	combustible consumido (representado por el combustible vendido) (TJ)	Consumo de combustible de los vehículos móviles del puerto marítimo callao y de los aeropuertos del Perú.

Fuente: DGAAM – MTC

**6.5.2. Datos de actividad**

A continuación se presentan la descripción del nivel de actividad y los datos nacionales empleados, en transporte todo terreno:

**Tabla 74. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados en Transporte Todo Terreno**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad GL2006	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios	
1	<b>Energía</b>								
	1A	<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
	1A3	<b>Transporte</b>							
	1A3e	<b>Otro tipo de Transporte</b>							
1A3eii	Todo terreno	Combustible consumido (TJ)	Consumo de combustible de los vehículos móviles del puerto marítimo callao y de los aeropuertos del Perú.	Unidades de masa o volumen (galones)	Consumo de combustible en vehículos internos de aeropuertos: AdP TALMA, CORPAC y LAP  APM Terminals. Consumo de combustible en vehículos internos de puerto marítimo.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i> ). Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	-	

Fuente: DGAAM – MTC

a) Consumo de combustible de los vehículos móviles de los Aeropuertos

**Aeropuertos del Perú (AdP)**

El consumo de combustible de los equipos móviles reportados para realizar actividades dentro de los aeropuertos:

**Tabla 75. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos - 2016**

Tipo de Equipo móvil	Consumo de combustible (Gal)	
	Gasolina	Diésel B5
Cuatrimoto	1217.8	0
Moto Lineal	639.7	3.8
Van	0	2436.2
Vehículo de Rescate	0	10216.8
Ómnibus	0	1143.1
Camioneta	0	3605.4
Motocar	114.7	0
Tractor	0	165.4
<b>Total</b>	<b>1,972.20</b>	<b>17,570.70</b>

Fuente: DGAAM – MTC

**TALMA**

El consumo de combustible de los equipos móviles reportados para realizar actividades dentro de los aeropuertos:

**Tabla 76. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuerto de Lima – 2016**

Tipo de Equipo móvil	Consumo de combustible [Gal]		
	Gasolina	Diésel B5	GLP
camionetas	4,896	7,051	0
Carro de agua	0	5,171	0
Loader	0	42,308	0
Tractor Push back	0	79,914	0
Tractor remolcador	0	11,282	415,128
carro de baño	6,120	0	0
<b>Total</b>	<b>11,016</b>	<b>145,726</b>	<b>415,128</b>

Fuente: DGAAM – MTC

**Tabla 77. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos de provincia – 2016**

Tipo de Equipo móvil	Consumo de combustible (Gal)		
	Gasolina	Diésel B5	GLP
Tractor	5,937.4	101	38,748
Pay Mover	0	8,989	0
<b>Total</b>	<b>5,937</b>	<b>9,090</b>	<b>38,748</b>

Fuente: DGAAM – MTC

**CORPAC**

El consumo de combustible de los equipos móviles reportados para realizar actividades dentro de los aeropuertos:

**Tabla 78. Consumo de combustible en equipos móviles en aeropuertos – 2016**

Tipo de Equipo móvil	Consumo de combustible [Gal]	
	Gasolina	Diésel B5
Contra-incendio /camión bombero	2,226	2,748
Motocicleta-motokar	122	0
Camioneta pick-up	285	135
Trimovil	60	0
Cuatrimoto	211	0
Vehículo de rescate	274	0
Unidad de rescate R - 54	240	0
Unidad de rescate R - 15	0	120
Tractor	0	21
Motokar	72	0
Motofurgoneta	35	0
Lineal	24	0
<b>Total</b>	<b>3,559</b>	<b>3,024</b>

Fuente: DGAAM – MTC

- b) Consumo de combustible de los vehículos móviles del puerto marítimo callao. Esta información ha sido proporcionada por APM Terminals.

**Tabla 79. Consumo de combustible de vehículos de transporte interno en el puerto del Callao - 2016**

Tipo de Equipo móvil	Consumo de combustible (Gal)		
	GLP	DB5	Gasolina
Terminal Truck	0	191,631	
Reach Stacker	0	180,363	
Buldozer	0	1,113	
Empty Handler (stacker vacíos)	0	26,981	
Forklift 15T (montacargas)	0	60,078	
Vehículos livianos + Grúa móvil + generadores pequeños + barredora + equipos alquilados	0	32,086	
Vehículos livianos		0	15,852
Forklift 5T (montacargas)	17,212	0	
<b>Total</b>	<b>17,212</b>	<b>492,253</b>	<b>15,852</b>

Fuente: DGAAM – MTC

**6.5.3. Factores de emisión y de conversión**

A continuación, se detallan los factores de emisión empleados en esta subcategoría:

**Tabla 80. Factores de emisión empleados – Transporte Todo Terreno**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
Todo terreno	Factor de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso procedentes de combustión móvil	D	-	1	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 2, Cap. 3, p. 3.16, cuadro 3.2.1). Recuperado de <a href="http://www.ipcc-">http://www.ipcc-</a>

	(kg CO <sub>2</sub> /TJ; kg CH <sub>4</sub> /TJ y Kg N <sub>2</sub> O/TJ).				nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html.
--	--	--	--	--	---

Fuente: DGAAM – MTC

A continuación se presentan los factores de emisión, tomados por defecto de las Directrices del IPCC de 2006; para estimar las emisiones GEI en esta subcategoría:

**Tabla 81. Factores de emisión –todo terreno**

Tipo de combustible	CO <sub>2</sub> [kg/TJ]	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O [kg/TJ]
Gasolina para motores	69,300	33.00	3.200
Gas/Diésel Oil	74,100	3.90	3.90
Gas licuado de petróleo	63,100	62.00	0.20
Gas natural vehicular	56,126	92.00	3.00
Biogasolina / Biodiesel*	70,800	18.00	0.60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol 2, p 1.25

Para obtener el combustible en energía (TJ) es necesario contar con un factor de conversión (TJ/unidad). Este factor de conversión, es el que nos permite expresar el combustible en unidades de energía, para luego ser multiplicado por el factor de emisión de GEI. Para lograr obtener este factor de conversión, es necesario recopilar información de los combustibles comercializados en el Perú: densidad y VCN (Valor Calórico Neto), cuyos valores se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 82. Densidades empleadas en Transporte Todo Terreno**

Tipo de combustible	Densidad	Unidad
Gas Licuado de Petróleo <sup>a</sup>	0.556	Kg/L
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.851	Kg/L
Gasohol <sup>a</sup>	0.742	Kg/L
Biocombustible (100% etanol) <sup>d</sup>	0.790	g/Cm <sup>3</sup>

<sup>a</sup> Petroperú<sup>27</sup>

<sup>d</sup> UNMS<sup>28</sup>

**Tabla 83. VCN empleadas en Transporte Todo terreno**

Tipo de combustible	VCN	Unidad
Gas Licuado de Petróleo <sup>a</sup>	0.05	GJ/kg
Diésel B5 <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gasohol <sup>a</sup>	0.04	GJ/kg
Gas natural vehicular	36.04	MJ/m <sup>3</sup>
Biocombustible (100% etanol) <sup>b</sup>	27.00	TJ/Gg

<sup>a</sup> Petroperú<sup>34</sup>

<sup>b</sup> Directrices del IPCC de 2006, Cap. 1, p. 1.19

<sup>27</sup> Petróleos del Perú -Petroperú S.A (s.f). [Oficio con información de densidades (SEHS-666-2016)]

<sup>28</sup> Universidad- Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <http://www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf>

**6.5.4. Análisis de resultados**

En el 2016, las emisiones del transporte todo terreno fueron de 10.10 GgCO<sub>2</sub>, 0.0041 GgCH<sub>4</sub> y 0.0004 GgN<sub>2</sub>O, que equivalen a un total de 10.31 GgCO<sub>2</sub>eq representando 0.05% del total de emisiones del sector.

**6.5.5. Análisis de incertidumbre**

Este análisis ha permitido identificar en las fuentes de la subcategoría de otro tipo de transporte (1A3e), la menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, y además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (año 2016) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada):

**Tabla 84. Incertidumbre en Otro tipo de transporte**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>Energía</b>							
<b>Actividades de quema de Combustibles</b>							
1A3eii Todo Terreno	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	25.0%	3.5%	25.2%	0.83%	22.19%
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	25.0%	3.5%	25.2%	7.40%	198.61%
	Gas Licuado de Petróleo	CO <sub>2</sub>	25.0%	3.5%	25.2%	16.66%	428.82%
	Gas Natural	CO <sub>2</sub>	5.0%	3.5%	6.1%	0.25%	5.64%
	<b>Total CO<sub>2</sub></b>					<b>18.3%</b>	<b>473.1%</b>
1A3eii Todo Terreno	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	25.0%	25.0%	35.4%	1.4%	24.77%
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	25.0%	25.0%	35.4%	25.1%	457.31%
	Gas Licuado de Petróleo	CH <sub>4</sub>	25.0%	25.0%	35.4%	2.9%	52.89%
	Gas Natural	CH <sub>4</sub>	5.0%	25.0%	25.5%	4.3%	21.68%
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>					<b>25.7%</b>	<b>461.5%</b>
1A3eii Todo Terreno	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	25.0%	66.7%	71.2%	2.8%	28.57%
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	25.0%	66.7%	71.2%	1.7%	17.46%
	Gas Licuado de Petróleo	N <sub>2</sub> O	25.0%	66.7%	71.2%	62.5%	625.97%
	Gas Natural	N <sub>2</sub> O	5.0%	67.0%	66.9%	3.9%	8.40%
	<b>Total N<sub>2</sub>O</b>					<b>62.7%</b>	<b>626.9%</b>

Fuente: DGAAM – MTC

Para el CO<sub>2</sub>, la incertidumbre combinada es de 18.3%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es de 473.1%, este último se debe a la nueva información incluida en el RAGEI 2016.

Para el CH<sub>4</sub>, se presenta una incertidumbre combinada de 27.7%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 461.5%, este último se debe a la nueva información incluida en el RAGEI 2016.

Para el N<sub>2</sub>O, se presenta una incertidumbre combinada de 62.7%, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones es 626.9%, este último se debe a la nueva información incluida en el RAGEI 2016.

Los valores de incertidumbre en los datos de nivel de actividad y factores de emisión, se detallan en las siguientes tablas.

**Tabla 85. Incertidumbre en los datos de nivel de actividad – Otro tipo de transporte**

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad		Comentarios
			Valor GL2006	Fuente de valores de incertidumbre para: Nivel de Actividad	
Otro tipo de transporte	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	La DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 indica: " Se determina la incertidumbre de los datos de la actividad mediante la exactitud de los sondeos o los modelos de "abajo hacia arriba", sobre los cuales se basan las estimaciones de la utilización del combustible por fuente todo terreno y tipo de combustible . Depende mucho del caso, pero el factor de 2 incertidumbres es posible, a menos que existan pruebas en contrario del diseño del sondeo". <i>Al no contar con datos del nivel de incertidumbre, ni un análisis sobre el diseño de sondeo, se toma por defecto el valor de la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006: factor 2 de incertidumbre.</i>
	Diésel B5	CO <sub>2</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Gas natural	CO <sub>2</sub>	5.0%	GL 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Diésel B5	CH <sub>4</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Gas natural	CH <sub>4</sub>	5.0%	GL 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Diésel B5	N <sub>2</sub> O	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
	Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	25.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.38	
Gas natural	N <sub>2</sub> O	5.0%	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30		

Fuente: DGAAM - MTC

**Tabla 86. Incertidumbre en los Factores de Emisión – Otro tipo de transporte**

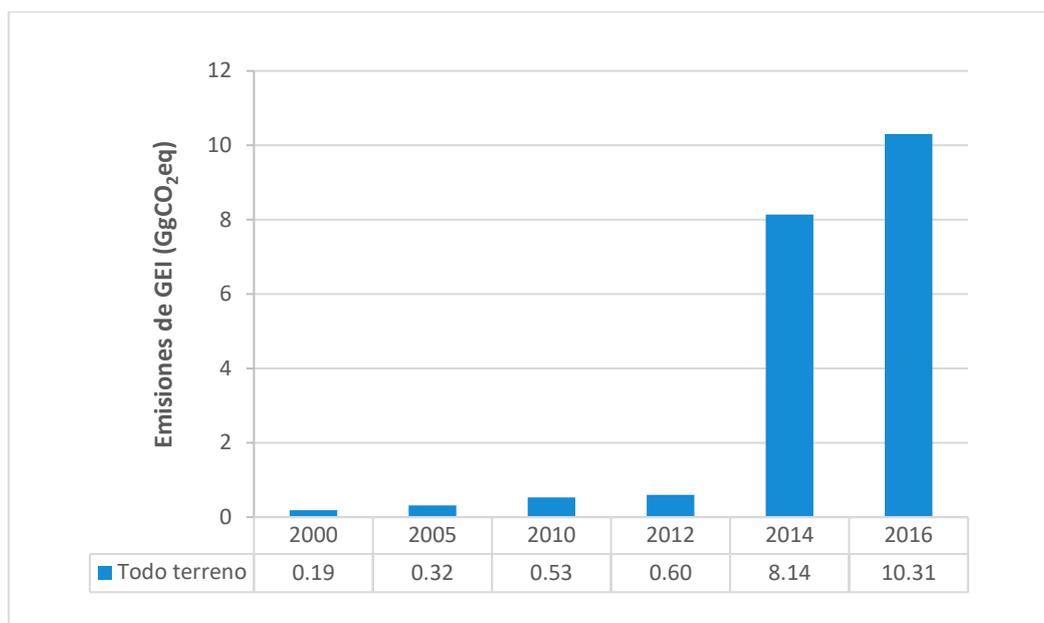
Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en el factor de emisión			Fuente de valores de incertidumbre para: Factor de Emisión	Comentarios
			Valor inferior	Valor superior	valor a usar		
Otro tipo de transporte	Gasolina para motores	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	De acuerdo a la DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006: “la estimación de incertidumbre tiende a estar dominada por los datos de la actividad, por lo que es razonable suponer, por defecto, que se aplican los valores del cuadro 3.2.2 (Factores de emisión por defecto, vol. 2, p. 3.21).”
	Diésel Oil	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas licuado de petróleo	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas natural	CO <sub>2</sub>	2%	5%	<b>3.5%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gasolina para motores	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Diésel Oil	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas licuado de petróleo	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas natural	CH <sub>4</sub>	-50%	100%	<b>25.0%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gasolina para motores	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Diésel Oil	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.29	
	Gas licuado de petróleo	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	
	Gas natural	N <sub>2</sub> O	-67%	200%	<b>66.7%</b>	DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006 vol. 2, p. 3.30	

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.5.6. Actualización de serie temporal

La siguiente figura muestra la serie temporal 2000-2016, con las emisiones de GEI para transporte todo terreno.

**Figura 25. Emisiones de GEI en transporte todo terreno 2000-2016**



Fuente: DGAAM – MTC

En este tipo de transporte, se reporta una línea temporal bastante heterogénea, siendo el último periodo de crecimiento de 26.54%, debido a la mayor cantidad de información reportada por los puertos y aeropuertos.

### 6.5.7. Control de calidad y Garantía de la calidad

#### 6.5.7.1. Control de calidad

Los procedimientos específicos de control de calidad de la Directrices del IPCC de 2006 aplicados a la subcategoría analizada en esta sección se describen a continuación:

**Tabla 87. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte todo terreno**

Procedimiento específico	Comentario
<p>Revisión de los factores de emisión</p> <p><i>El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. Para los factores por defecto, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría. De ser posible, deben compararse los factores por defecto con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables y razonables.</i></p>	<p>Se garantizó que los factores de emisión seleccionados y utilizados, corresponden correctamente a la estimación de emisiones de la fuente de transporte todo terreno.</p>
<p>Control de los datos de la actividad</p> <p><i>Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos de la actividad históricos o con las salidas del modelo, para detectar anomalías.</i></p>	<p>Se revisó los datos nacionales, garantizando que los datos ingresados tienen coherencia en las series temporales (año 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014).</p>
<p>Revisión externa</p> <p><i>El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis, la documentación o de ambos inventarios de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los experto(s) que estén familiarizados con la</i></p>	<p>No se ha realizado una revisión externa.</p>

Procedimiento específico	Comentario
<i>categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario nacional de gases de efecto invernadero.</i>	

Fuente: DGAAM – MTC

### 6.5.7.2. Garantía de calidad

Los procedimientos de garantía de calidad aplicados, se describen en la sección 3.3.2 del presente reporte.

### 6.5.8. Sigüientes pasos

En el desarrollo del RAGEI se identificaron acciones de mejora para el cálculo de las emisiones de GEI en transporte todo terreno. Estas acciones se implementarían en futuros RAGEI y se planificarían en un corto (1 año) y mediano plazo (hasta 5 años):

**Tabla 88. Acciones de mejora para futuros RAGEI en Transporte Todo Terreno**

Descripción de la mejora propuesta	Impacto en la estimación de CO <sub>2</sub> eq u otros atributos	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
Estimar las emisiones de gases indirectos (NOX, CO, COVDM, SO <sub>2</sub> )	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de la fuente de transporte todo terreno.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Validar la estimación de emisiones del INGEI 2000, de la subcategoría de Transporte Todo terreno.	Mejorar la exactitud del cálculo de emisiones de la fuente de transporte todo terreno.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones correspondientes.	Corto Plazo
Evaluar la factibilidad de actualización de la categoría transporte móvil del INGEI 1994.	Mejorar la coherencia temporal.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se podría obtener las emisiones del año 1994, a través de proyecciones de emisiones GEI, empleando información histórica de la fuente.	Mediano plazo.
Mejorar el análisis de incertidumbre para cada una de las subcategorías, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional.	Asegurar la mayor exactitud posible.	No se han iniciado gestiones de implementación, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo
Considerar las buenas prácticas del PCC para asegurar que no exista doble contabilidad.	Mejorar la exactitud de los cálculos evitando una sobre estimación.	No se han iniciado gestiones de implementación con las instituciones involucradas a los datos nacionales de la fuente de transporte terrestre todo terreno.	Corto plazo

Fuente: DGAAM – MTC

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- INFOCARBONO (2017). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2014. Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación. MINAM.
- MINAM (2014). DECRETO SUPREMO N° 013-2014-MINAM. Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO).
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japón: IGES. Recuperado de *The Intergovernmental Panel on Climate Change*: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>

**8. ANEXOS****Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI**

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Ing. Fausto Roncal Vergara
Cargo	Director General de la DGAAM - MTC
Correo Electrónico	sroncal@mtc.gob.pe
Teléfono - Anexo	(01) 615-7800 Anexo 3400
Dirección General	Dirección General de Asuntos Ambientales - DGAAM
Institución	Ministerio de Transporte y comunicaciones - MTC