



Ministerio
del **Ambiente**

**Inventario Preliminar de las Emisiones de
Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato,
Riobamba, Santo Domingo de los Colorados,
Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y
Milagro**

**Proyecto Calidad del Aire III
Año Base 2010**

Quito, 2014



Ministerio
del Ambiente

Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro

**Proyecto Calidad del Aire Fase III
Año Base 2010**

Gobierno Nacional del Ecuador

Econ. Rafael Correa Delgado	Presidente de la República del Ecuador
Ms. Lorena Tapia	Ministra del Ambiente
Abg. Juan Carlos Soria	Subsecretario de Calidad Ambiental
Blgo. Christian Samaniego	Director Nacional de Control Ambiental
Dra. Ruth Molina Chávez	Equipo Técnico del Proyecto
Ing. Verónica Gordillo Cueva	Calidad del Aire

Ecuador, 2014

Este informe presenta el resumen del documento “Inventario Nacional Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, que incluyen las ciudades de Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro”, documento elaborado por el Dr. René Parra Narváez, mediante contrato de consultoría suscrito con el Ministerio de Ambiente.

Como parte del equipo consultor participaron: Ing. Letty Andrade Espinoza, Ing. María Gabriela Andrade, Ing. Daniela Flor Cevallos, Lizeth Vásconez Navas y Ana Dávila Gavilanez.

Las siguientes personas y entidades, colaboraron en la colecta y/o entrega de información: Dra. Ruth Molina, Ministerio del Ambiente; Ing. Verónica Gordillo, Ministerio del Ambiente; Ing. Natalia Salazar, Ministerio del Ambiente - Dirección Provincial de Tungurahua; Ing. Roberto Ortega, Municipio de Ibarra; QF David Rodríguez, Municipio de Santo Domingo; Sra. Soraya Peñarrieta, Municipio de Portoviejo; Blgo. Denny Moreno, Municipio de Milagro; Ing. Fernando Melena, Municipio de Riobamba; Ing. Patricio Sánchez, Municipio de Latacunga; Met. Carlos Naranjo, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; Ing. Hernán Vargas, Agencia de Regulación y Control Minero - Regional Riobamba; Agencia de Regulación y Control Minero, Arcom; Dirección General de Aviación Civil; Ep-PetroEcuador; Instituto Geográfico Militar; Ministerio de Recursos Naturales No Renovables - Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Contenido

Presentación	5
Resumen ejecutivo	7
1. Antecedentes	9
2. Los inventarios de emisiones atmosféricas	10
2.1 Definición y utilidad	10
2.2 El modelo básico de cálculo	10
2.3 Tipos de fuentes emisoras.....	11
2.4 Enfoques para el desarrollo de un inventario de emisiones	11
2.5 Análisis de incertidumbre	12
3. Método para el desarrollo del inventario de emisiones	13
3.1 Año base	13
3.2 Contaminantes	13
3.2.1 Monóxido de carbono.....	13
3.2.2 Óxidos de nitrógeno	14
3.2.3 Compuestos orgánicos volátiles	14
3.2.4 Dióxido de azufre	15
3.2.5 Partículas	15
3.2.6 Gases de efecto invernadero	16
3.3 Fuentes de emisión.....	17
3.4 Desagregación Espacial	17
3.5 Mapa de usos del suelo	18
3.6 Método para el análisis de incertidumbre	25
4. Características generales de las zonas de estudio.....	26
4.1 Cantón Esmeraldas	27
4.2 Cantón Ibarra	28
4.3 Cantón Santo Domingo.....	28
4.4 Cantón Manta.....	29
4.5 Cantón Portoviejo	29
4.6 Cantón Milagro	30
4.7 Cantón Riobamba	30
4.8 Cantón Ambato	31
4.9 Cantón Latacunga	31
5. Tráfico vehicular	32
6. Vegetación.....	37
7. Térmicas y autoprodutores	54
8. Disolventes.....	55
9. Gasolineras.....	57
10. GLP doméstico.....	57
11. Canteras.....	58
12. Erosión eólica.....	59
13. Rellenos sanitarios	64
14. Ladrilleras y caleras	65
15. Industrias	67
16. Tráfico aéreo	69
17. Emisiones	71
17.1 Esmeraldas	71
17.2 Ibarra.....	77
17.3 Santo Domingo	81
17.4 Manta	86
17.5 Portoviejo.....	88
17.5 Milagro.....	93
17.6 Riobamba	98

17.8 Ambato.....	100
17.9 Latacunga.....	102
17.7 Resumen por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador	113
18. Conclusiones y recomendaciones.....	116
19. Referencias.....	119

Índice de tablas

Tabla 1: Características de los dominios rectangulares para el desarrollo de los inventarios de emisiones	18
Tabla 2: Matriz de calificación de la incertidumbre del inventario de emisiones	25
Tabla 3: Venta de combustibles en gasolineras durante el año 2010	35
Tabla 4: Contenido de azufre (ppm) en los combustibles para tráfico vehicular	35
Tabla 5: Parque vehicular por cantones para el año 2010	36
Tabla 6: Parámetros de simulación meteorológica.....	40
Tabla 7: Consumo de combustibles en las centrales térmicas durante el año 2010 (galones a ⁻¹). (CONELEC, 2011)	54
Tabla 8: Consumo de combustibles en centros autogeneradores durante el año 2010. (CONELEC, 2011)	54
Tabla 9: Población cantonal al año 2010 (INEC, 2012).....	56
Tabla 10: Factores de emisión (lb/1000 galones) debido a la combustión de aceite automotor .	65
Tabla 11: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Esmeraldas durante el año 2010.....	72
Tabla 12: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Esmeraldas durante el año 2010	73
Tabla 13: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Ibarra durante el año 2010	78
Tabla 14: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Ibarra durante el año 2010	79
Tabla 15: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Santo Domingo durante el año 2010	82
Tabla 16: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Santo Domingo durante el año 2010.....	83
Tabla 17: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Manta durante el año 2010.....	87
Tabla 18: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Portoviejo durante el año 2010	89
Tabla 19: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Manta durante el año 2010.....	90
Tabla 20: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Portoviejo durante el año 2010	91
Tabla 21: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Milagro durante el año 2010	94
Tabla 22: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Milagro durante el año 2010.....	95
Tabla 23: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Riobamba durante el año 2010.....	99
Tabla 24: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Ambato durante el año 2010	101
Tabla 26: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Latacunga durante el año 2010	103
Tabla 27: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Riobamba durante el año 2010	104
Tabla 28: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Ambato durante el año 2010.....	105
Tabla 29: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Latacunga durante el año 2010	106
Tabla 30: Resumen de emisiones por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador (t a ⁻¹)	113
Tabla 31: Resumen de emisiones por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador (%)	113
Tabla 32: Valores de emisión per cápita por cantones o jurisdicción (kg habitante ⁻¹ a ⁻¹ para NO _x , CO, COV, SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5} ; t habitante ⁻¹ a ⁻¹ para CO ₂ ; t CO ₂ eq. habitante ⁻¹ a ⁻¹)	114
Tabla 33: Resumen de recomendaciones para la futura actualización del inventario de emisiones	117

Índice de figuras

Figura 1: Localización de los 9 cantones considerados para el inventario de emisiones	17
Figura 2: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Esmeraldas 2010 (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones	19
Figura 3: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Ibarra (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones.....	20
Figura 4: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Santo Domingo (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones	21
Figura 5: (a) mapa de cobertura de suelos de los cantones Manta y Portoviejo 2010 (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones	22
Figura 6: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Milagro (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones.....	23
Figura 7: (a) mapa de cobertura de suelos de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones.....	24
Figura 8 : Temperatura media mensual durante el año 2010	26
Figura 9 : Precipitación mensual acumulada durante el año 2010	27
Figura 10: Dominios de simulación para la obtención de los parámetros meteorológicos del año 2010, utilizando el modelo WRF.....	39
Figura 11: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Esmeraldas.....	41
Figura 12: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Esmeraldas.	42
Figura 13: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Ibarra.	43
Figura 14: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Ibarra.	44
Figura 15: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Santo Domingo.....	45
Figura 16: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Santo Domingo.....	46
Figura 17: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo.	47
Figura 18: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo.	48
Figura 19: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Milagro.	49
Figura 20: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Milagro.	50
Figura 21: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga.	51
Figura 22: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m ²) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga.	52
Figura 23: Mapas de velocidad media del viento en superficie (m/s) para el año 2010. Enero – Junio. Ecuador.....	62
Figura 24: Mapas de velocidad media del viento en superficie (m/s) para el año 2010. Julio – Diciembre. Ecuador.....	64
Figura 25: Componentes considerados en la estimación de las emisiones atmosféricas	69
Figura 26: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Esmeraldas durante el año 2010... 72	
Figura 27: Mapa de emisiones de (t a ⁻¹) en la malla de emisiones del Cantón Esmeraldas durante el año 2010	76
Figura 28: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Ibarra durante el año 2010	78
Figura 29: Mapa de emisiones de (t a ⁻¹) en la malla de emisiones del Cantón Ibarra durante el año 2010	80

Figura 30: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Santo Domingo durante el año 2010	82
Figura 31: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones del Cantón Santo Domingo durante el año 2010	85
Figura 32: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Manta durante el año 2010.....	87
Figura 33: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Portoviejo durante el año 2010	89
Figura 34: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo durante el año 2010.....	92
Figura 35: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Milagro durante el año 2010	94
Figura 36: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones del Cantón Milagro durante el año 2010	97
Figura 37: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Riobamba durante el año 2010.....	99
Figura 38: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Ambato durante el año 2010	101
Figura 39: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Latacunga durante el año 2010 ..	103
Figura 40: Mapa de emisiones de NO_x ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010.....	107
Figura 41: Mapa de emisiones de CO ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010	108
Figura 42: Mapa de emisiones de COV ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010.....	109
Figura 43: Mapa de emisiones de SO_2 ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010	110
Figura 44: Mapa de emisiones de PM_{10} ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010.....	111
Figura 45: Mapa de emisiones de $PM_{2.5}$ ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010.....	112

PRESENTACIÓN

El Inventario de Emisiones es un proceso dinámico que requiere de un esfuerzo permanente para mejorar la calidad de la información, su cobertura y nivel de segregación a través del tiempo, además de ser un componente clave de todo programa de gestión de la calidad del aire. A nivel mundial los inventarios de emisiones a la atmósfera son reconocidos como un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, es indispensable disponer de información confiable sobre las emisiones, determinar los tipos de fuentes de emisiones, cantidades de contaminantes emitidos, características temporales y espaciales de fuentes o sus entes de control.

El inventario de emisiones se usa para identificar de forma precisa los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante, y consecuentemente las fuentes a las cuales deben aplicarse medidas de control prioritariamente, para medir la efectividad de los programas de control y predecir futuros niveles de la calidad del aire a través de la modelación.

Teóricamente hablando, los estudios de modelación de la calidad del aire, en su mayoría, deben considerar variaciones temporales de emisiones a fin de reflejar las condiciones más críticas de calidad del aire. Las principales fuentes que se pueden incluir en una base de datos para establecer variaciones horarias en las emisiones son plantas de energía termoeléctrica, refinerías, aeropuertos y otras fuentes industriales de importancia.

RESUMEN EJECUTIVO

El *Ministerio del Ambiente* (MAE) ejecuta el *Plan Nacional de la Calidad del Aire* (PNCA), instrumento que tiene como objetivo, alcanzar una gestión adecuada de la calidad del aire para proteger la salud de la población, los recursos naturales y el patrimonio cultural del Ecuador (MAE - COSUDE, 2010).

El Proyecto 1 del Programa 1 del PNCA, considera el desarrollo del inventario nacional de emisiones, a fin de establecer la primera estimación de la cantidad de contaminantes atmosféricos, que se emiten tanto de fuentes naturales como antropogénicas; como instrumento básico e indispensable para la formulación, implantación y seguimiento del PNCA.

Los inventarios de emisiones constituyen herramientas claves e imprescindibles para la gestión de la calidad del aire. Proporcionan información relevante sobre el aporte de fuentes, tanto antropogénicas como naturales; a fin de identificar los mayores emisores de contaminantes primarios y de gases de efecto invernadero (GEI).

El MAE, consciente de su responsabilidad en la gestión de la calidad del aire, promueve el uso de ésta y otras herramientas, a fin de alcanzar un mejor entendimiento de los problemas de contaminación atmosférica en el país, como paso previo a la aplicación de acciones para el control de la contaminación atmosférica.

Un inventario de emisiones se define como la colección de números que representan las cantidades de uno o más contaminantes emitidos hacia la atmósfera; a causa de actividades socioeconómicas o naturales, dentro de una zona determinada y en un período de tiempo establecido (pasado, presente o futuro) (Van Aardenne, 2002).

Desde el punto de interés científico y de gestión de la calidad del aire, los inventarios de emisiones proporcionan la información clave, sobre el patrón de emisores y sobre su distribución espacial y temporal.

En el año 2012, el MAE promovió el desarrollo de los inventarios de emisiones de las ciudades de Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro, tomando al 2010 como año base.

Se estimaron las emisiones de los siguientes contaminantes primarios:

- monóxido de carbono (CO)
- óxidos de nitrógeno (NO_x)
- compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM)
- dióxido de azufre (SO₂)
- material particulado con diámetro aerodinámico menor a 10 micras (PM₁₀)
- material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras (PM_{2.5})

Se incluyeron además las emisiones de los siguientes gases de efecto invernadero (GEI):

- dióxido de carbono (CO₂)
- metano (CH₄)
- óxido nitroso (N₂O)

La estimación de las emisiones de los GEI, corresponde al aprovechamiento energético de combustibles fósiles, a más de las emisiones de CH₄ asociadas a la estabilización de la materia orgánica de los residuos sólidos, en su disposición en rellenos sanitarios.

Se estimaron las emisiones para las siguientes fuentes:

- Tráfico vehicular (vehículos a gasolina y diesel)
- Vegetación
- Industrias, emisiones de combustión y de proceso
- Centrales térmicas

- Uso de disolventes
- Gasolineras
- Uso de GLP
- Canteras
- Erosión eólica
- Tráfico aéreo
- Rellenos sanitarios
- Ladrilleras y caleras

El modelo básico para estimar las emisiones atmosféricas desde una fuente específica, se basa en la aplicación de la Ecuación 1, mediante el producto de al menos dos variables:

$$E_{ij} = A_{ij} \cdot EF_{ij} \quad 1$$

Siendo: A_{ij} : nivel de la actividad i que produce la emisión del contaminante j.
 EF_{ij} : factor de emisión del contaminante j típico de la actividad i.
 E_{ij} : emisión atmosférica del contaminante j, a causa de la actividad i.

El factor de emisión es un valor representativo de la cantidad de sustancia contaminante que se libera hacia la atmósfera con relación a la actividad asociada que la produce.

Los factores de emisión usualmente se expresan como el peso de contaminante dividido por la unidad de peso, producción, volumen, distancia o duración de la actividad asociada (por ejemplo; g de partículas emitidas por m³ de biomasa quemada).

Como los factores de emisión son valores medios, el cálculo de las emisiones mediante su aplicación será probablemente diferente a las emisiones reales que ocurren en un momento determinado. Las emisiones reales sólo se pueden conocer por medición directa en la fuente. De hecho, este es el procedimiento recomendable y preferido para la determinación de las emisiones. Sin embargo es el método más costoso y normalmente sólo es aplicable a grandes infraestructuras en donde exista el equipamiento necesario para efectuar las medidas.

Para cierto tipo de fuentes; como por ejemplo el tráfico, la vegetación o los rellenos sanitarios; el cálculo de las emisiones es más complejo. Las emisiones pueden ser a su vez función de otros parámetros que las afectan notablemente. Así por ejemplo, la cantidad de contaminantes que emite un vehículo, manteniendo fijas las demás variables, depende de la velocidad de circulación. En este mismo caso existen otras variables que condicionan el valor final del factor de emisión como por ejemplo, la antigüedad del vehículo, su tecnología, su capacidad, las características del combustible, la temperatura del medio.

Los niveles de actividad se expresan en diversas unidades, por ejemplo: según la distancia recorrida (km), por la producción industrial (t de cemento, kWh de energía eléctrica), por el nivel de proceso (t de petróleo procesado), por la cantidad de gestión (t de residuos gestionados).

La información relacionada con los niveles de actividad fue tomada en campo, y obtenida de datos estadísticos de diversas entidades; entre las que se destacan las propias municipalidades, el Ministerio del Ambiente, Agencia de Regulación y Control Minero, la Dirección General de Aviación Civil, Ep-PetroEcuador, Instituto Geográfico Militar, Ministerio de Recursos Naturales No Renovables - Dirección Nacional de Hidrocarburos; entre otras.

Los factores de emisión que se utilizaron provienen principalmente de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), de la Agencia Europea Ambiental (EEA) y del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)

1. Antecedentes

El *Ministerio del Ambiente (MAE)* ejecuta el *Plan Nacional de la Calidad del Aire (PNCA)*, instrumento que tiene como objetivo, alcanzar una gestión adecuada de la calidad del aire para proteger la salud de la población, los recursos naturales y el patrimonio cultural del Ecuador (MAE - COSUDE, 2010).

EL PNCA comprende los siguientes programas y proyectos:

- **Programa 1: Control y vigilancia de la calidad del aire**
 - o Proyecto 1: Desarrollo del inventario nacional de emisiones
 - o Proyecto 2: Sistema nacional de monitoreo y vigilancia de la calidad del aire
 - o Proyecto 3: Elaboración de un sistema de información de la calidad del aire
 - o Proyecto 4: Implantación de un sistema de vigilancia epidemiológica de las enfermedades respiratorias generadas por contaminación del aire
 - o Proyecto 5: Modelos predictivos de la calidad del aire

- **Programa 2: Mejoramiento de la calidad del aire y prevención de su deterioro**
 - o Proyecto 6: Competencias sobre gestión del recurso aire
 - o Proyecto 7: Formación, capacitación e investigación en gestión de la calidad del aire integrados a las políticas nacionales de ciencia y tecnología
 - o Proyecto 8: Implantación del programa nacional de reducción de emisiones
 - o Proyecto 9: Producción de combustibles de mejor calidad para fuentes móviles y fijas
 - o Proyecto 10: Sistema nacional de revisión técnica vehicular
 - o Proyecto 11: Sistema de participación ciudadana en tema calidad del aire

- **Programa 3: Medidas a ser aplicadas durante los estados de alerta**
 - o Proyecto 12: Implementación de planes de contingencia ante episodios críticos de contaminación del aire

El Proyecto 1 del Programa 1, se refiere al desarrollo del inventario nacional de emisiones, a fin de establecer la primera estimación de la cantidad de contaminantes atmosféricos, que se emiten tanto de fuentes naturales como antropogénicas; como instrumento básico e indispensable para la formulación, implantación y seguimiento del PNCA.

Los inventarios de emisiones constituyen herramientas claves e imprescindibles para la gestión de la calidad del aire. Proporcionan información relevante sobre el aporte de fuentes, tanto antropogénicas como naturales; a fin de identificar los mayores emisores de contaminantes primarios y de gases de efecto invernadero.

El MAE, consciente de la importancia y de su responsabilidad en la gestión de la calidad del aire, promueve el uso de ésta y otras herramientas, cuya aplicación busca alcanzar un mejor entendimiento de los problemas de contaminación atmosférica.

2. Los inventarios de emisiones atmosféricas

2.1 Definición y utilidad

Un inventario de emisiones se define como la colección de números que representan las cantidades de uno o más contaminantes emitidos hacia la atmósfera; a causa de actividades socioeconómicas o naturales, dentro de una zona determinada y en un período de tiempo establecido (pasado, presente o futuro) (Van Aardenne, 2002).

Los inventarios de emisiones pueden ser utilizados con fines de política ambiental o de interés científico.

En el primer caso, los inventarios sirven para conocer, vigilar o comprobar el cumplimiento de políticas ambientales por medio del comportamiento o las tendencias de las emisiones en el tiempo. También se utilizan para verificar el grado de cumplimiento de los convenios o protocolos internacionales, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en relación con la emisión de *Gases de Efecto Invernadero (GEI)* en el marco del Protocolo de Kioto. Este tipo de inventarios suelen tener las siguientes características:

- Períodos de cálculo anuales.
- Se refieren al territorio limitado por las fronteras nacionales.
- Suelen requerir el uso de un método de cálculo y formato de presentación de resultados definidos.

Desde el punto de interés científico y de gestión de la calidad del aire, los inventarios de emisiones proporcionan la información requerida por un modelo de transporte químico, y tienen las siguientes características:

- Alta resolución espacial y temporal (emisiones horarias para celdas territoriales de tamaño del orden de 1 km de lado).
- Disgregación en altura de las emisiones.
- El dominio espacial debe tener forma rectangular o cuadrada, dentro del cuál se inscribe la zona de interés a estudiar.
- Las celdas de emisión deben ser georeferenciadas.

2.2 El modelo básico de cálculo

El modelo básico para estimar las emisiones atmosféricas desde una fuente específica, se basa de acuerdo a la Ecuación 1, en el producto de al menos dos variables:

$$E_{i,j} = A_{i,j} \cdot EF_{i,j} \quad 1$$

Siendo: $A_{i,j}$: nivel de la actividad i que produce la emisión del contaminante j .
 $EF_{i,j}$: factor de emisión del contaminante j típico de la actividad i .
 $E_{i,j}$: emisión atmosférica del contaminante j , a causa de la actividad i .

Un factor de emisión es un valor representativo de la cantidad de sustancia contaminante que se libera hacia la atmósfera con relación a la actividad asociada que la produce.

Los factores de emisión usualmente se expresan como el peso de contaminante dividido por la unidad de peso, producción, volumen, distancia o duración de la actividad asociada (por ejemplo; g de partículas emitidas por m^3 de biomasa quemada).

Como los factores de emisión son valores medios, el cálculo de las emisiones mediante su aplicación será probablemente diferente a las emisiones reales que ocurren en un momento determinado. Las emisiones reales sólo se pueden conocer por medición directa en la fuente. De hecho, este es el procedimiento recomendable y preferido para la determinación de las emisiones. Sin embargo es el método más costoso y normalmente sólo es aplicable a grandes infraestructuras en donde exista el equipamiento necesario para efectuar las medidas.

Para cierto tipo de fuentes; como por ejemplo el tráfico, las reservas de almacenamiento de combustibles o los rellenos sanitarios; el cálculo de las emisiones puede ser más complejo. Las emisiones pueden ser a su vez función de otros parámetros que las afectan notablemente. Así por ejemplo, la cantidad de contaminantes que emite un vehículo, manteniendo fijas las demás variables, depende de la velocidad de circulación. En este mismo caso existen otras variables que condicionan el valor final del factor de emisión como por ejemplo, la antigüedad del vehículo, su tecnología, su capacidad, las características del combustible, la temperatura del medio.

Los niveles de actividad se expresan en diversas unidades, por ejemplo: según la distancia recorrida (km), por la producción industrial (t de cemento, kWh de energía eléctrica), por el nivel de proceso (t de petróleo procesado), por la cantidad de gestión (t de residuos gestionados).

2.3 Tipos de fuentes emisoras

Los inventarios de emisiones incluyen normalmente datos de tres tipos básicos de fuente, ya sean de origen natural o antropogénico:

- Puntual: Las emisiones se calculan en forma individualizada para una determinada infraestructura, debido a que su tamaño, producción o grado contaminante, justifica una cuantificación específica. Las fuentes puntuales tienen una posición geográfica bien definida. Se incluyen por ejemplo las chimeneas de centrales térmicas de producción eléctrica y grandes industrias.
- Superficial: Las emisiones se calculan para un conjunto de fuentes difusas, ya que por su pequeño tamaño individual muy difícilmente pueden ser tratadas como fuentes puntuales. Normalmente se asume que las emisiones están distribuidas dentro de una zona geográfica establecida. Se incluyen por ejemplo las emisiones forestales, las actividades domésticas, las actividades agrícolas y ganaderas.
- Lineal: Las emisiones se producen desde fuentes móviles a lo largo de ejes longitudinales, como es el caso de autopistas y carreteras, canales o ríos navegables, ferrocarriles y tráfico aéreo.

2.4 Enfoques para el desarrollo de un inventario de emisiones

Fundamentalmente se diferencian dos puntos de vista (Costa and Baldasano, 1996; Colville et al., 2001):

- Enfoque top – down: estima las emisiones totales para el área de estudio y luego procede a prorratear entre las diferentes celdas que conforman el ámbito espacial de análisis (desagregación espacial), por medio de parámetros tales como la densidad de tránsito, densidad poblacional e industrial.
- Enfoque bottom - up: estima las emisiones para cada una de las celdas en las que se ha dividido el área de estudio, por medio del establecimiento de todos los parámetros para cada celda en particular. El valor total de la emisión se obtiene por la agregación de las estimaciones efectuadas para cada celda.

2.5 Análisis de incertidumbre

Tiene como objetivo la caracterización de la variabilidad de los resultados a causa de aspectos como la falta de precisión en la medida de las actividades de emisión, la representatividad de los factores de emisión, la propia dinámica de los procesos de emisión, las asunciones o simplificaciones de los modelos de cálculo, los criterios o variables utilizadas en los cálculos de desagregación espacial y temporal.

Su desarrollo tiene importancia en razón de que permite identificar aquellos aspectos débiles del modelo de emisiones que pueden ser mejorados, a más de comunicar a los usuarios del inventario el grado de variación esperado de los resultados del inventario de emisiones.

La Ecuación 2 representa el hecho de que un inventario de emisiones es una aproximación, en donde E_{real} representa la emisión verdadera, $E_{inventario}$ se refiere a la estimación que proporciona el inventario de emisiones, ε_i representa la inexactitud o incertidumbre ε a causa de una fuente i . La inexactitud global total es el resultado producido por las N fuentes de inexactitud.

$$E_{real} = E_{inventario} + \bigcup_{i=1}^N \varepsilon_i \quad 2$$

La caracterización del término \bigcup constituye el análisis de incertidumbre. Para su determinación se necesitaría conocer E_{real} , pero como es prácticamente imposible medir las emisiones de todas las fuentes de la zona de estudio E_{real} no puede ser establecido exactamente, por lo que tampoco puede ser conocido de manera exacta, y en el mejor de los casos sólo puede ser estimado.

Dependiendo el tipo de evaluación, el análisis de incertidumbre (caracterización del término \bigcup) puede ser de tipo cualitativo o cuantitativo.

3. Método para el desarrollo del inventario de emisiones

A continuación se describe el enfoque, alcance y método, para el desarrollo del Inventario Nacional Preliminar de Emisiones de Contaminantes del Aire, que incluyen las ciudades de Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro.

3.1 Año base

Se toma al año 2010 como referencia para el desarrollo del Inventario de Emisiones.

3.2 Contaminantes

Se estiman las emisiones de los siguientes contaminantes primarios:

- monóxido de carbono (CO)
- óxidos de nitrógeno (NO_x)
- compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM)
- dióxido de azufre (SO₂)
- material particulado con diámetro aerodinámico menor a 10 micras (PM₁₀)
- material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras (PM_{2.5})

Se incluirán las emisiones de los siguientes GEI:

- dióxido de carbono (CO₂)
- metano (CH₄)
- óxido nitroso (N₂O)

La estimación de las emisiones de los GEI, corresponde al aprovechamiento energético de combustibles fósiles, a más de las emisiones de CH₄ asociadas a la estabilización de la materia orgánica de los residuos sólidos, en su disposición en rellenos sanitarios.

3.2.1 Monóxido de carbono

El CO es un gas incoloro, inodoro y venenoso, que se forma cuando los combustibles no se oxidan completamente. Es uno de los principales gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape de los vehículos. En las zonas urbanas, un porcentaje muy alto de la presencia de CO se debe normalmente a las emisiones por el tráfico vehicular. Otra fuente importante son los procesos industriales de combustión.

El CO tiene una alta afinidad por la hemoglobina de la sangre, que es la sustancia que distribuye el oxígeno hacia los órganos y tejidos. Cuando el oxígeno es desplazado por el CO pueden haber efectos negativos que van desde alteraciones del flujo sanguíneo y del ritmo cardíaco, perturbaciones visuales, dolores de cabeza, reducción de la capacidad laboral, reducción de la destreza manual, vómitos, desmayo, convulsiones, coma, hasta la muerte por asfixia; según la dosis de la exposición. Las personas que padecen de problemas cardiovasculares son más sensibles a su exposición.

La emisión de CO produce problemas de contaminación del aire de tipo interior y exterior. En términos de muertes accidentales por asfixia, son mucho más críticas las concentraciones, y por tanto las exposiciones, que se generan en el interior de viviendas y espacios cerrados.

3.2.2 Óxidos de nitrógeno

El *óxido nítrico* (NO) es un gas incoloro que se genera por la reacción entre el N_2 y el O_2 del aire durante los procesos de combustión, así como por la oxidación del nitrógeno que forma parte de los combustibles. El *dióxido de nitrógeno* (NO_2), que se forma a partir de la oxidación del NO , es un gas de color café rojizo, irritante, tóxico en altas concentraciones y muy reactivo. En elevadas concentraciones puede irritar los alvéolos e incrementar el riesgo de infecciones pulmonares.

Se utiliza el término “*óxidos de nitrógeno*” (NO_x) para denominar principalmente la suma de NO y NO_2 , y en menor cantidad otros óxidos de este elemento. Desempeñan un rol preponderante en la formación del ozono troposférico cuando reaccionan con los compuestos orgánicos volátiles, en presencia de radiación solar. Las emisiones más importantes provienen de los procesos de combustión, tales como los que ocurren al interior de los motores de los vehículos y en las centrales térmicas de generación eléctrica.

Los NO_x se hidratan en la atmósfera y forman ácido nítrico HNO_3 , compuesto que se arrastra con la lluvia o se deposita por gravedad, formando parte de la denominada lluvia o deposición ácida. Adicionalmente promueven la eutrofización de las masas de agua. Forman partículas secundarias en la atmósfera y a partir de concentraciones aproximadamente de $500 \mu g m^{-3}$ causa una apreciable reducción de la visibilidad (Wark y Warner, 1990).

3.2.3 Compuestos orgánicos volátiles

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) define a un COV como cualquier compuesto de carbón, excluyendo al monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carburos o carbonatos metálicos y carbonato de amonio; que participan en reacciones atmosféricas fotoquímicas (USEPA, 2004).

Las principales fuentes antropogénicas constituyen todos los procesos de combustión (fundamentalmente el tráfico y las industrias), así como la evaporación por la gestión y almacenamiento de los combustibles en reservas, en el llenado de vehículos y uso de disolventes. La principal fuente biogénica de emisión son los sistemas agroforestales, y en menor proporción, las masas de agua, las campos agrícolas y los procesos de fermentación bacteriana.

Las fuentes naturales liberan cantidades importantes de COV (especialmente isopreno y monoterpenos), que se caracterizan por ser altamente reactivos y participar activamente en el fenómeno de la niebla fotoquímica (Atkinson and Arey, 1998).

El uso de disolventes y de compuestos químicos en el hogar y en la oficina (perfumes, sustancias para abrillantar muebles, gomas, tinturas, barnices, preservantes de la madera, pesticidas, sustancias para lavado en seco e insecticidas) constituye una fuente importante de COV.

Los COV producen irritación de los ojos, nariz y garganta. En casos más severos de exposición provocan dolores de cabeza, pérdida de coordinación y náusea. En exposiciones de tipo crónica, algunos COV afectan el hígado, los riñones y el sistema nervioso central. Algunos COV se clasifican como sustancias tóxicas y peligrosas por su capacidad probada o potencial de ser cancerígeno o de causar graves daños a la salud (como el benceno; 1,3 butadieno; cloroformo; formaldehído, hexaclorobenceno, tetracloroetileno, tetracloruro de carbono).

Los modelos de transporte químico requieren que las emisiones de COV sean desglosadas según cada compuesto individual, o por categorías que agrupan a un conjunto de compuestos, según su diferente comportamiento reactivo. Este desglose se denomina especiación.

3.2.4 Dióxido de azufre

El SO₂ se forma por la oxidación del azufre que contienen los combustibles, principalmente el fuelóleo, el bunker, el diesel y la gasolina, en nuestro país.

El SO₂ es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo que produce una sensación gustatoria a concentraciones de 260 a 860 µg m⁻³ en el aire (Wark y Warner, 1990). Es un gas irritante (a concentraciones mayores de 860 µg m⁻³) que provoca alteraciones en las mucosas de los ojos y de las vías respiratorias. Afecta las defensas del sistema respiratorio y agrava el padecimiento de enfermedades cardiovasculares. Los grupos más sensibles a su exposición son los niños, las personas de edad avanzada, así como los individuos que sufren asma, problemas cardiovasculares o enfermedades crónicas del sistema respiratorio (como bronquitis o enfisema).

En contacto con la humedad del aire, forma ácido sulfúrico H₂SO₄, que se arrastra con la precipitación o se deposita, provocando la acidificación de los suelos, lagos y ríos, con efectos negativos en la vegetación, la aceleración de la corrosión de edificios y monumentos.

También forma partículas secundarias en la atmósfera (gotitas de niebla de ácido sulfúrico), que dispersan la luz y contribuyen con el deterioro de la visibilidad.

3.2.5 Partículas

El término “partículas” se usa de forma genérica para referirse a una mezcla de partículas sólidas y líquidas que se encuentran en el aire. Se emiten directamente desde diferentes fuentes (partículas primarias) o se forman por la condensación de los contaminantes gaseosos. Una vez en el aire, las partículas pueden cambiar en concentración, en tamaño y forma, pudiendo afectar al balance radiativo de energía. Las partículas secundarias son aquellas que se forman como consecuencia de las reacciones químicas y su posterior condensación/liquefacción. En su mayor parte las partículas secundarias se forman a partir de hidrocarburos, NO_x y SO₂ (Nevers, 1998). Algunas partículas que son lo suficientemente grandes u oscuras pueden ser visibles fácilmente (como las corrientes de humo o de hollín). Otras son tan pequeñas que solamente pueden ser detectables por medio de un microscopio electrónico.

Las partículas más grandes no permanecen por largo tiempo en la atmósfera y se depositan cerca de la fuente de emisión. A éstas se las denomina partículas sedimentables. Por el contrario las partículas más pequeñas (partículas en suspensión) pueden desplazarse en largas distancias e ingresan fácilmente al organismo por medio de la respiración.

Causan irritación en los ojos, nariz y garganta. Las más grandes (diámetro ≥ 10 µm) pueden ingresar hasta la nariz y garganta. Sin embargo, las partículas muy pequeñas pueden entrar fácilmente hasta los pulmones y desde allí ser absorbidas directamente al torrente sanguíneo. Estas partículas suelen tener un diámetro menor de 10 µm (PM₁₀). Las emisiones de PM₁₀ suelen proceder principalmente desde las vías (con o sin pavimento), por erosión eólica, cosechas agrícolas y actividades de construcción (USEPA, 2004).

Se definen como partículas finas aquellas que tienen un diámetro menor 2.5 µm (PM_{2.5}). Se emiten por la combustión en los motores de vehículos, la generación eléctrica en centrales térmicas, los procesos industriales, o desde las chimeneas residenciales y estufas de madera. Se asocian con la reducción de la visibilidad, especialmente cuando su tamaño oscila entre 0.4 y 0.7 µm, que corresponde al rango de longitud de onda de la luz visible.

3.2.6 Gases de efecto invernadero

Los gases que promueven el efecto invernadero incluyen al vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PCFs) y al hexafluoruro de azufre (HF_6).

Algunos de estos gases son constituyentes naturales de la atmósfera (vapor de agua, CO_2 , CH_4 , N_2O). Las actividades industriales, el crecimiento de la población, el consumo de combustibles fósiles y la deforestación han contribuido fundamentalmente a incrementar sus concentraciones en el aire.

El vapor de agua, constituyente natural de la atmósfera es un GEI muy importante. Su concentración depende de las condiciones de la atmósfera. Varía con la localización geográfica y el tiempo y su concentración oscila entre 0 y 4 % en volumen.

El CO_2 es un gas incoloro y sin sabor, que forma parte de la atmósfera terrestre y cuya concentración se ha incrementado desde 280 ppm en la época preindustrial, hasta 379 ppm en el año 2005 (IPCC, 2007). La tasa de crecimiento en el período antes indicado no tiene precedentes similares, al menos durante los últimos 20 000 años.

En este rango de concentraciones, no se conocen efectos perjudiciales directos para los seres humanos.

El ciclo global del carbono; se basa en un flujo entre diferentes fuentes y sumideros. Millones de toneladas de CO_2 se absorben (sumideros) anualmente desde el aire hacia los océanos y la biomasa (fotosíntesis de las plantas), y asimismo se emite (fuentes) una cantidad similar por procesos naturales (respiración de las plantas y descomposición de materia orgánica, principalmente). Hasta antes de la revolución industrial el flujo entre fuentes y sumideros se mantenía equilibrado. Sin embargo, desde el inicio de la revolución industrial hasta la actualidad, con el ritmo acelerado del uso de los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo y sus derivados, gas natural); así como por la deforestación y cambios en el uso del suelo, el incremento de la población, el advenimiento del automóvil y la mayor demanda de recursos energéticos, el hombre ha alterado este equilibrio y ha provocado el incremento de la concentración de CO_2 en la atmósfera, dentro de una escala de tiempo relativamente corta.

En la troposfera, los GEI absorben parte de la energía infrarroja (onda larga) que irradia la Tierra, atrapando una cantidad de calor (efecto invernadero) que determina que la temperatura media del planeta sea de 15 °C. El incremento de la concentración de CO_2 y otros gases, por causas de tipo antropogénico, promueve el incremento del efecto invernadero, y por tanto de la temperatura media del planeta.

El CH_4 es el más abundante de los hidrocarburos en la atmósfera (Seinfeld and Pandis, 1998) es un gas que se genera por la estabilización biológica de la materia orgánica en ambientes anaerobios. Más del 50% de sus emisiones son de origen antropogénico y provienen fundamentalmente del uso de combustibles fósiles, actividades ganaderas, sembríos de arroz y vertederos. Adicionalmente se produce en el interior del suelo como consecuencia de la descomposición del carbón fosilizado (Jacobson, 2002). Los principales sumideros del CH_4 incluyen reacciones químicas lentas y deposición seca. Es un gas poco reactivo, su vida media se estima en 12 años. Es el principal componente del gas natural, generalmente en una proporción mayor al 80 %.

El N_2O es un gas incoloro que casi en su totalidad se emite desde fuentes naturales, principalmente por la actividad bacteriana en el suelo. Otras fuentes de menor importancia

constituyen el quemado de biomasa, actividades agrícolas, procesos industriales. El sumidero más importante se debe a las reacciones químicas atmosféricas.

3.3 Fuentes de emisión

Se incluyeron las siguientes fuentes de emisión:

- Tráfico vehicular (vehículos a gasolina y diesel)
- Vegetación
- Industrias, emisiones de combustión y de proceso
- Centrales térmicas
- Uso de disolventes
- Gasolineras
- Uso de GLP
- Canteras
- Erosión eólica
- Tráfico aéreo
- Rellenos sanitarios
- Ladrilleras y caleras

3.4 Desagregación Espacial

Para cada ciudad se estableció un dominio rectangular, dentro del cual se inscribe completamente el territorio cantonal correspondiente. Cada dominio se conforma de celdas cuadradas de 30 segundos geográficos de lado (aproximadamente 1 km), debidamente georeferenciadas, utilizando coordenadas geográficas (longitud, latitud).

Las emisiones desagregadas en el dominio rectangular permitirán que a futuro se pueda procesar las emisiones para la ejecución de ejercicios de simulación numérica de la calidad del aire, aplicando algún modelo de transporte químico euleriano, como el WRF-Chem, CAMx o CMAQ.

La Figura 1 indica la localización de los 9 cantones, considerados para el inventario de emisiones.



Figura 1: Localización de los 9 cantones considerados para el inventario de emisiones

Las coordenadas longitud latitud (sistema de referencia WGS-84) que definen los dominios de estudio, se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Características de los dominios rectangulares para el desarrollo de los inventarios de emisiones

Dominio	Número de filas	Número de columnas	Número de celdas	Esquina inferior izquierda		Esquina superior derecha	
				Longitud	Latitud	Longitud	Latitud
Esmeraldas	70	70	4900	-79.9117	0.5200	-79.3286	1.1031
Ibarra	75	100	7500	-78.5317	0.1000	-77.9069	0.9330
Santo Domingo	105	105	11 025	-79.5917	-0.7400	-78.7170	0.13465
Manta - Portoviejo	115	65	7475	-80.9417	-1.2500	-79.9837	-0.70855
Milagro	40	40	1600	-78.9717	-1.9800	-78.3053	-0.58056
Riobamba - Ambato - Latacunga	80	168	13 440	-79.7417	-2.2700	-79.4085	-1.9368

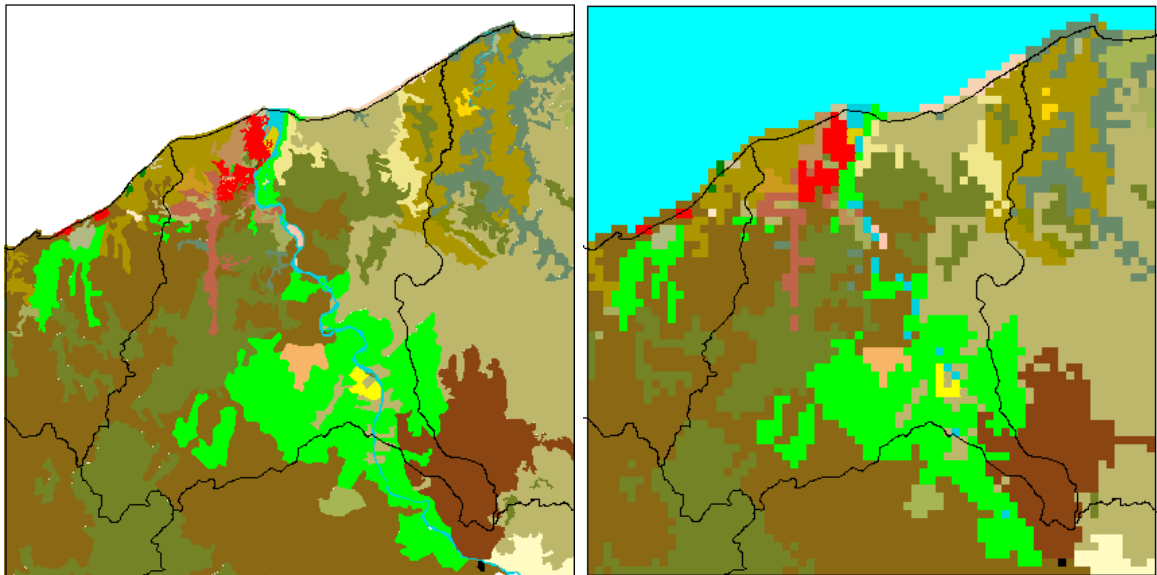
3.5 Mapa de usos del suelo

Como base se utiliza el mapa de uso de la tierra del Ecuador, del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2012).

Para cada dominio se geoprocesó la información. A cada celda se asignó un único tipo de uso, en función de la mayor cobertura.

Las zonas urbanas fueron ajustadas en función de los mapas temáticos de las vías urbanas del Instituto Geográfico Militar.

El geoprocesamiento resultante para cada malla se indica en las figuras 2 a 7.

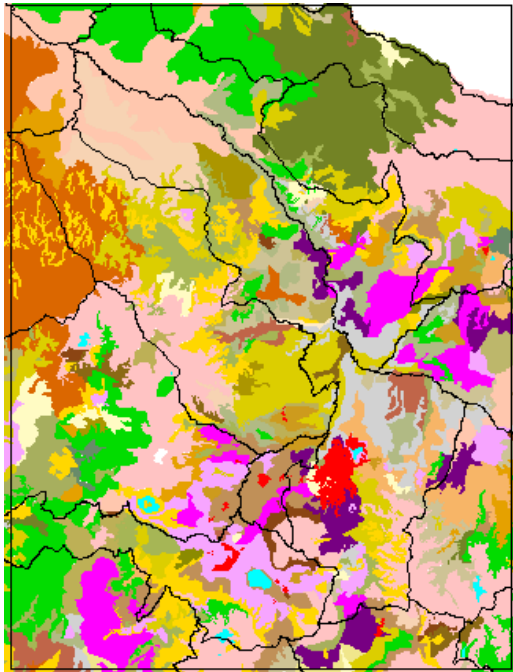


(a)

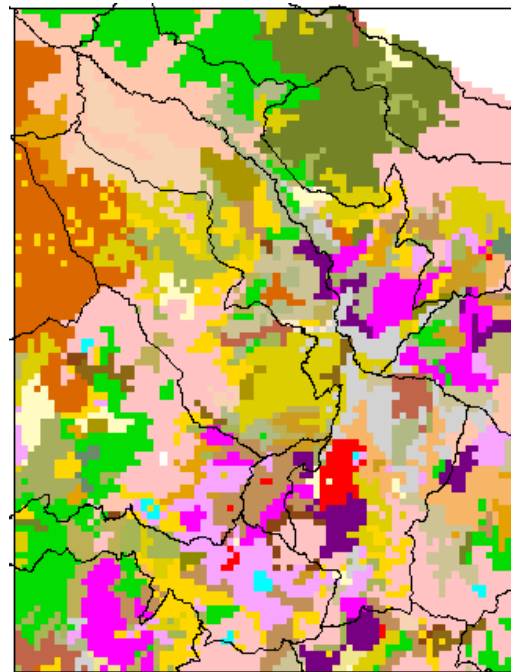
(b)



Figura 2: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Esmeraldas 2010 (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones



(a)



(b)

50% ARBORICULTURA TROPICAL - 50% PASTO CULTIVADO
50% ARBORICULTURA TROPICAL - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% BOSQUE INTERVENIDO - 50% PASTO CULTIVADO
50% BOSQUE INTERVENIDO - 50% PASTO NATURAL
50% BOSQUE INTERVENIDO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% CAÑA DE AZUCAR
50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% PARAMO
50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% PASTO CULTIVADO
50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% MAIZ - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% PAPA - 50% PASTO CULTIVADO
50% PARAMO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% PASTO CULTIVADO - 50% PASTO NATURAL
50% PASTO CULTIVADO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
50% PASTO NATURAL - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
70% PASTO CULTIVADO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% ARBORICULTURA TROPICAL / 30% BOSQUE INTERVENIDO
70% ARBORICULTURA TROPICAL / 30% PASTO NATURAL
70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PALMA AFRICANA
70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PASTO CULTIVADO
70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PASTO NATURAL
70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% CAÑA DE AZUCAR
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% FRUTALES
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PAPA
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PASTO CULTIVADO
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PASTO NATURAL
70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
70% FRUTALES / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% MAIZ / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% MAIZ / 30% PASTO CULTIVADO
70% PARAMO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
70% PASTO CULTIVADO / 30% ARBORICULTURA TROPICAL

70% PASTO CULTIVADO / 30% BOSQUE INTERVENIDO
70% PASTO CULTIVADO / 30% CAÑA DE AZUCAR
70% PASTO CULTIVADO / 30% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
70% PASTO CULTIVADO / 30% PAPA
70% PASTO CULTIVADO / 30% PARAMO
70% PASTO CULTIVADO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
70% PASTO NATURAL / 30% CAÑA DE AZUCAR
70% PASTO NATURAL / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% PASTO NATURAL / 30% PASTO CULTIVADO
70% PASTO NATURAL / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PARAMO
70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PASTO CULTIVADO
70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PASTO NATURAL
AFLORAMIENTO ROCOSO, MINA, GRAVA
ARBORICULTURA TROPICAL EN AREAS CON FUERTES PROCESOS EROSIVOS
AREA EROSIONADA
AREA URBANA
BOSQUE NATURAL
BOSQUE PLANTADO
CAÑA DE AZUCAR
CAÑA DE AZUCAR EN AREAS EROSIONADAS
CUERPO DE AGUA NATURAL
CULTIVOS BAJO INVERNADERO
CULTIVOS DE CICLO CORTO
CULTIVOS DE CICLO CORTO EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
CULTIVOS DE CICLO CORTO EN AREAS EROSIONADAS
FRUTALES
MAIZ
MAIZ EN AREAS EN PROCESOS DE EROSION
MAIZ EN AREAS EROSIONADAS
NEVE Y HIELO
PARAMO
PASTO CULTIVADO

PASTO NATURAL EN AREAS CON FUERTES PROCESOS EROSIVOS
PASTO NATURAL EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
PASTO NATURAL EN AREAS EROSIONADAS
VEGETACION ARBUSTIVA
VEGETACION ARBUSTIVA EN AREAS CON FUERTES PROCESOS EROSIVOS
VEGETACION ARBUSTIVA EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
VEGETACION ARBUSTIVA EN AREAS EROSIONADAS

Figura 3: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Ibarra (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones

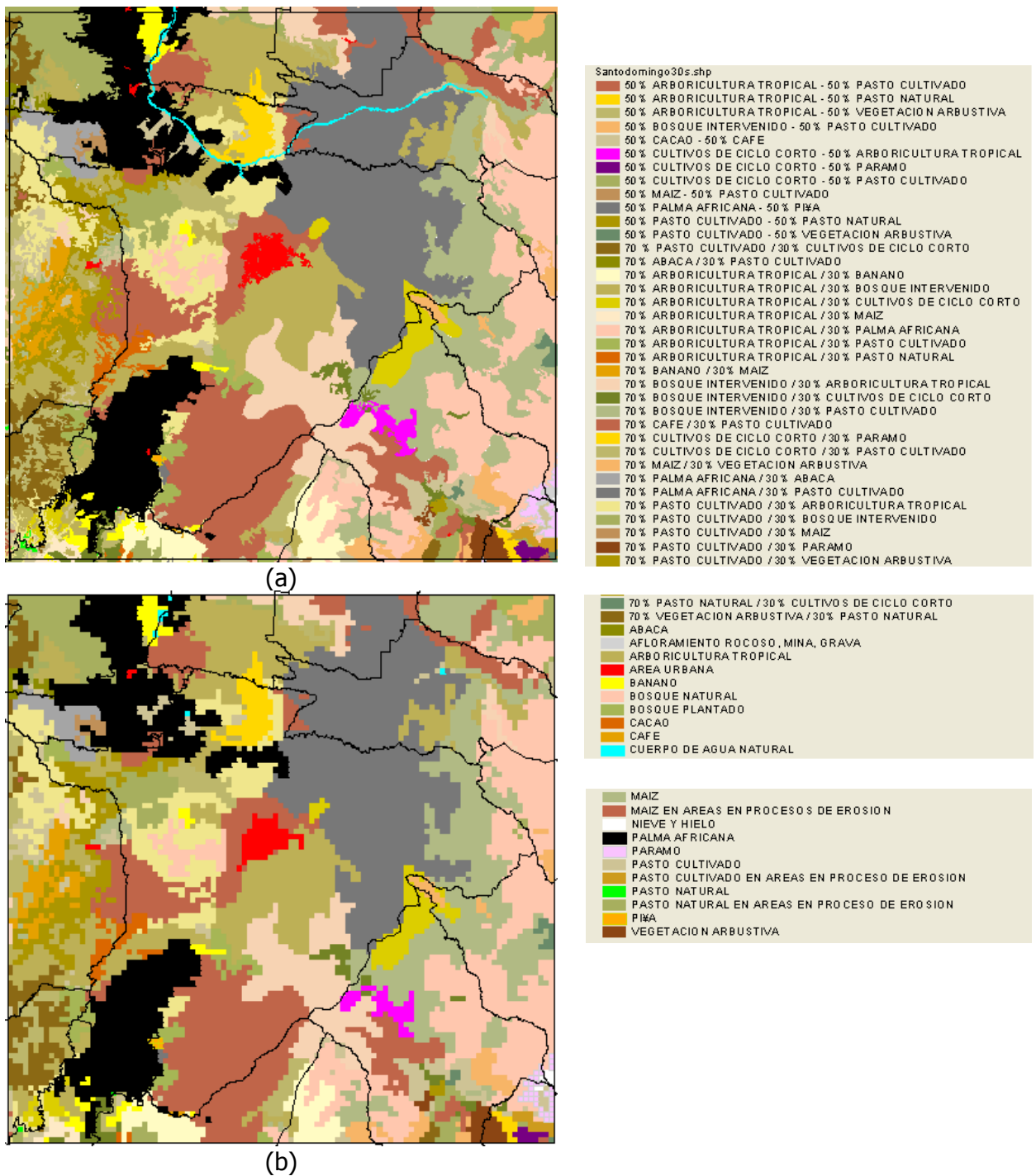
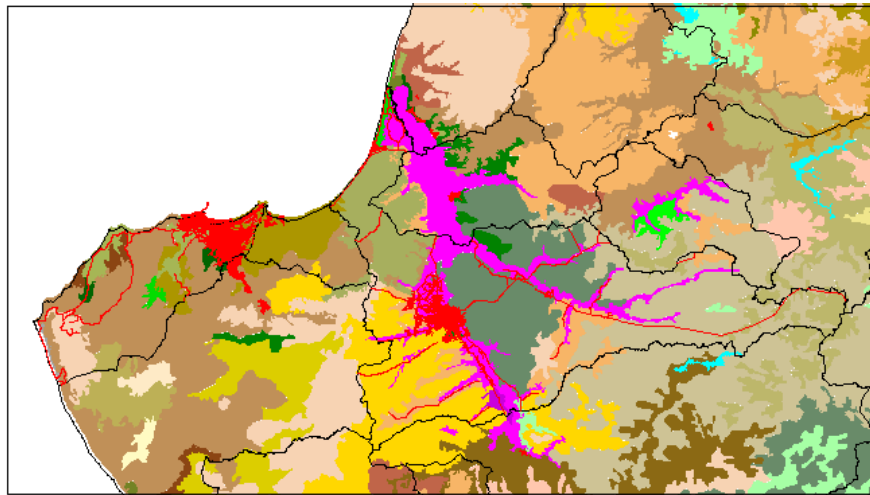
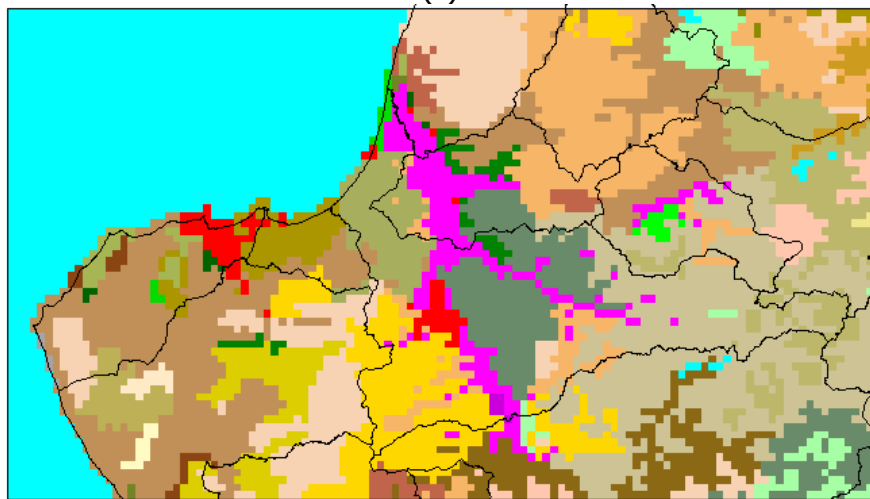


Figura 4: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Santo Domingo (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones



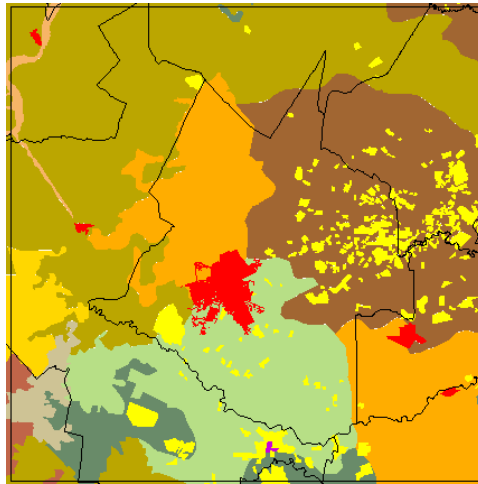
(a)



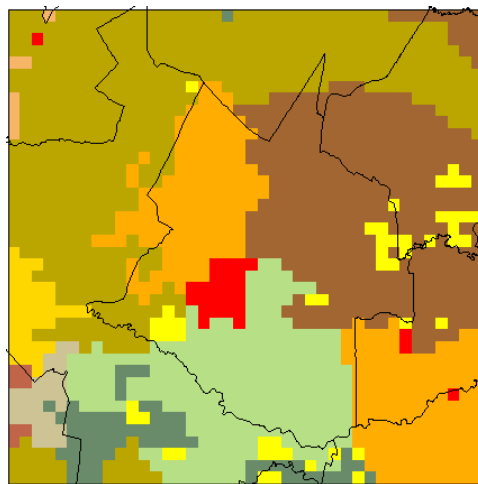
(b)



Figura 5: (a) mapa de cobertura de suelos de los cantones Manta y Portoviejo 2010 (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones



(a)



(b)

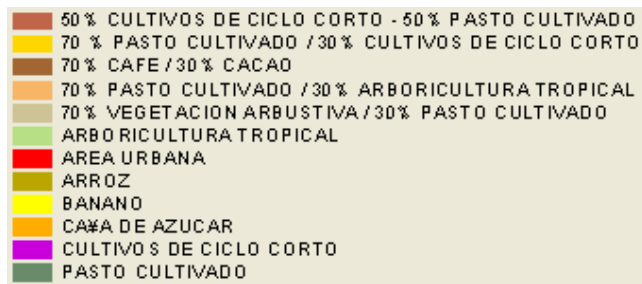
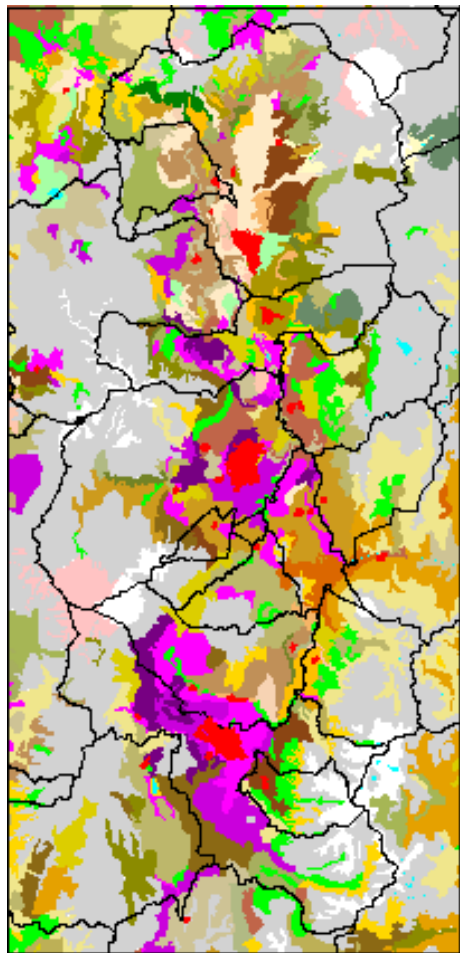
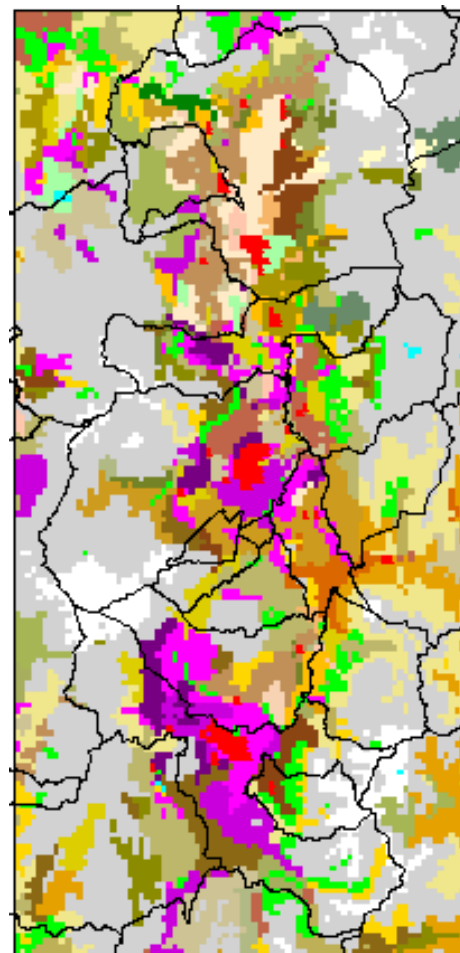


Figura 6: (a) mapa de cobertura de suelos del Cantón Milagro (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones



(a)



(b)

- 50% ARBORICULTURA TROPICAL - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% BOSQUE INTERVENIDO - 50% PARAMO
- 50% BOSQUE INTERVENIDO - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% CABUYA - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% FRUTALES
- 50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% PARAMO
- 50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% PASTO NATURAL
- 50% CULTIVOS DE CICLO CORTO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
- 50% FRUTALES - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% MAIZ - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% PAPA - 50% PASTO CULTIVADO
- 50% PARAMO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
- 50% PASTO CULTIVADO - 50% PARAMO
- 50% PASTO CULTIVADO - 50% PASTO NATURAL
- 50% PASTO CULTIVADO - 50% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PARAMO
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% PASTO NATURAL
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% CABUYA / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% CULTIVOS BAJO INVERNADERO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% FRUTALES
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PARAMO
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% PASTO NATURAL
- 70% CULTIVOS DE CICLO CORTO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% FRUTALES / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% MAIZ / 30% BOSQUE PLANTADO
- 70% MAIZ / 30% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
- 70% MAIZ / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO

- 70% MAIZ / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% MAIZ / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% PARAMO / 30% AFLORAMIENTO ROCOSO
- 70% PARAMO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% PARAMO / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% PARAMO / 30% PASTO NATURAL
- 70% PARAMO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% BOSQUE INTERVENIDO
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% CULTIVOS BAJO INVERNADERO
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% FRUTALES
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% PARAMO
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% PASTO NATURAL
- 70% PASTO CULTIVADO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% PASTO NATURAL / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% PASTO NATURAL / 30% MAIZ
- 70% PASTO NATURAL / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PARAMO
- 70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PASTO CULTIVADO
- AFLORAMIENTO ROCOSO, MINA, GRAVA
- AREA EROSIONADA
- AREA URBANA
- BOSQUE NATURAL
- BOSQUE PLANTADO
- CABUYA
- CUERPO DE AGUA NATURAL
- CULTIVOS BAJO INVERNADERO
- CULTIVOS DE CICLO CORTO
- CULTIVOS DE CICLO CORTO EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
- CULTIVOS DE CICLO CORTO EN AREAS EROSIONADAS
- FRUTALES
- MAIZ
- MAIZ EN AREAS CON FUERTES PROCESOS EROSIVOS
- MAIZ EN AREAS EN PROCESOS DE EROSION
- MAIZ EN AREAS EROSIONADAS
- NIEVE Y HIELO

- PARAMO
- PASTO CULTIVADO
- PASTO CULTIVADO EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
- PASTO NATURAL
- PASTO NATURAL EN AREAS EN PROCESO DE EROSION
- PASTO NATURAL EN AREAS EROSIONADAS
- VEGETACION ARBUSTIVA
- VEGETACION ARBUSTIVA EN AREAS EN PROCESO DE EROSION

Figura 7: (a) mapa de cobertura de suelos de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga (MAGAP, 2012). (b) mapa de cobertura procesado para la malla de emisiones

3.6 Método para el análisis de incertidumbre

Se aplica un análisis cualitativo, por medio de un sistema de calificación de los factores de emisión y de los niveles de actividad, con un enfoque similar al utilizado en el inventario de emisiones del Cantón Cuenca año base 2007 (Parra, 2008). Este sistema se basa en el enfoque del *Data Attribute Ratings System (DARS)* (USEPA, 2004), y utiliza una calificación alfabética y colorimétrica de los niveles, proporcionando una calificación compuesta, según las combinaciones de la Tabla 2.

Tabla 2: Matriz de calificación de la incertidumbre del inventario de emisiones

Actividad	Factor de emisión				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

La calificación global se interpreta de la siguiente manera:

- Categoría A, calidad muy alta. La estimación es bastante fiable.
- Categoría B, calidad alta. La estimación es fiable, pero se pueden tomar acciones para disminuir su incertidumbre.
- Categoría C, calidad media. La estimación es medianamente fiable y se podría mejorar, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al valor total del inventario de emisiones
- Categoría D, calidad baja. La estimación es poco fiable y se recomienda mejorarla, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al total del inventario de emisiones
- Categoría E, calidad muy baja. La estimación es muy poco fiable y se recomienda mejorarla, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al total del inventario de emisiones. La estimación no ha sido corroborada con mediciones.

La calificación A para los factores de emisión significa el nivel más alto de fiabilidad, es decir han sido estructurados en base a un número importante de mediciones que le proporcionan gran fiabilidad. Al otro extremo la calificación E es la más baja, cuando los factores de emisión por ejemplo han sido establecidos en base a criterios de expertos. Calificaciones intermedias como C o D indican que los factores de emisión provienen de mediciones limitadas o poco representativas.

La calificación de la información de los niveles de actividad tiene el mismo enfoque, así por ejemplo estadísticas de uso de combustibles muy detalladas y comprobadas pueden recibir una calificación A, en tanto que información estimada de manera general con algún criterio justificado puede tener una calificación E.

4. Características generales de las zonas de estudio

La Figura 8 presenta los perfiles de la temperatura media mensual (°C) del año 2010, en los nueve cantones, que provienen de los registros meteorológicos de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

La Figura 9 presenta los perfiles de la precipitación mensual acumulada (mm mes⁻¹) del año 2010. Las estaciones meteorológicas están localizadas en los aeropuertos de Esmeraldas, Ibarra, Santo Domingo, Manta, Riobamba, Ambato y Latacunga; y en localizadas cercanas a las ciudades de Portoviejo y Milagro.

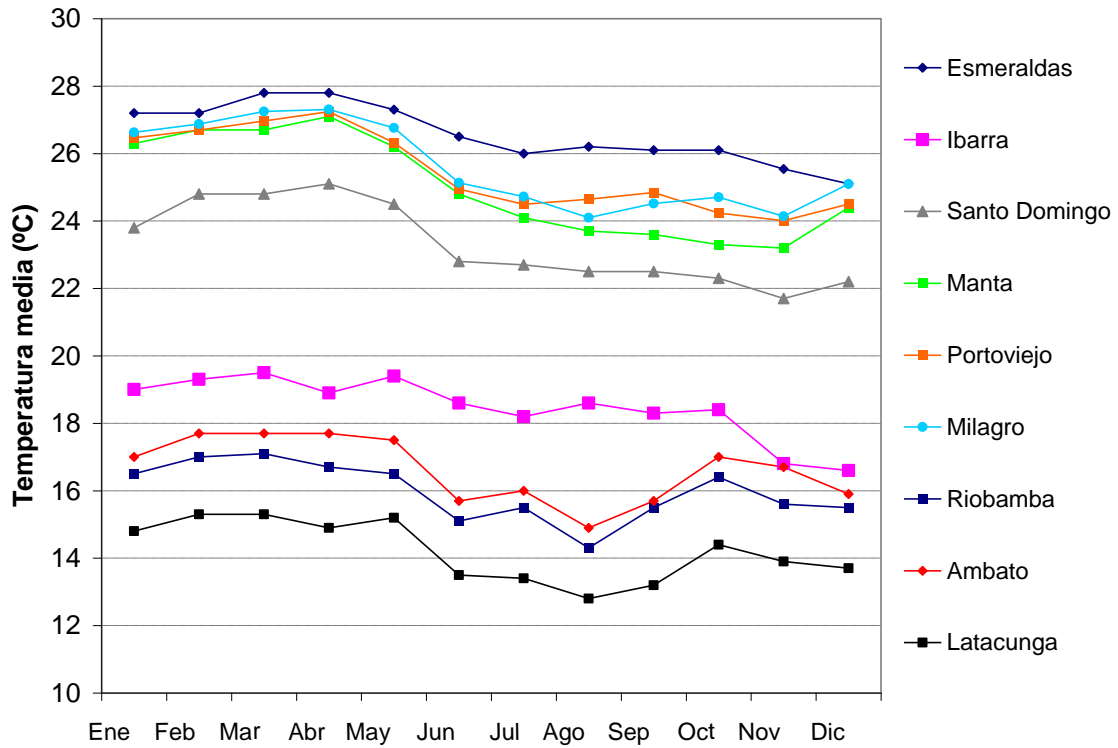


Figura 8 : Temperatura media mensual durante el año 2010

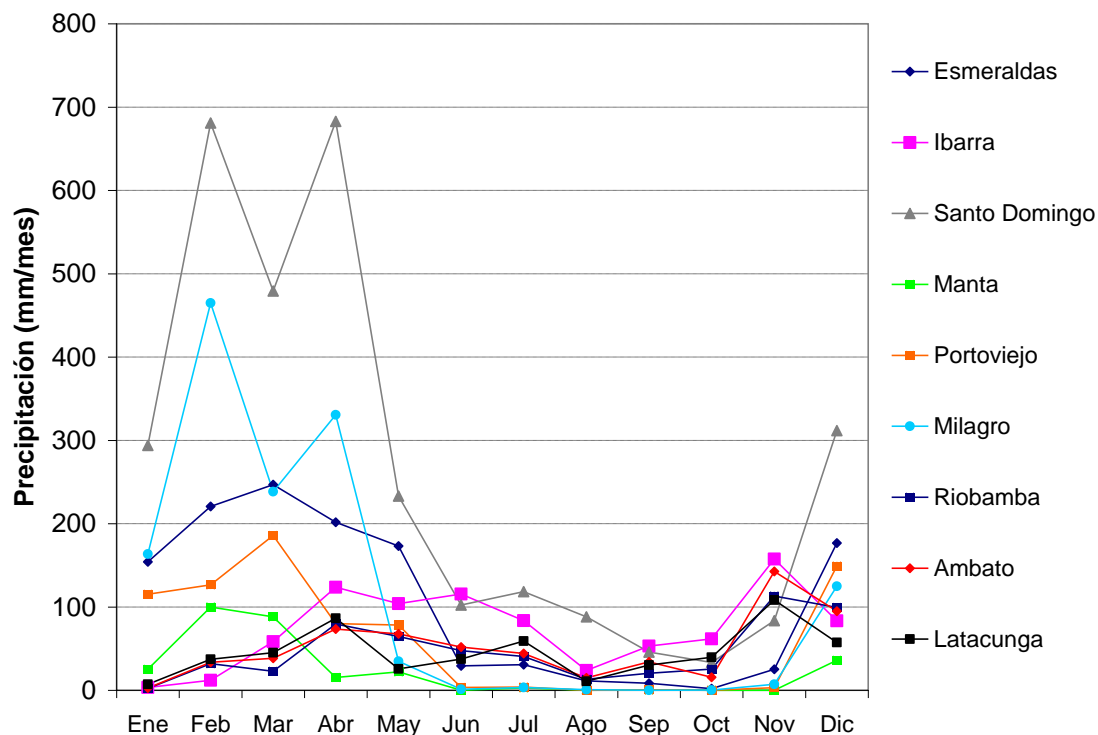


Figura 9 : Precipitación mensual acumulada durante el año 2010

4.1 Cantón Esmeraldas

Se encuentra al noroccidente del Ecuador. La zona urbana tiene una cota media de 4 msnm. Es uno de los 8 cantones que conforman la Provincia de Esmeraldas.

La ciudad de Esmeraldas se asienta en el margen izquierdo, junto a la desembocadura del río Esmeraldas, hacia el océano Pacífico, entre las coordenadas 0° 50' - 1° 0' de latitud norte y 79° 30' - 79° 45' de longitud oeste.

El Cantón Esmeraldas presenta zonas con alturas de hasta 450 msnm.

El Río Esmeraldas representa el mayor eje hidrológico del cantón. Otros elementos hidrológicos son el río Tiano y los esteros Tachina, Balao, Aricumbe, Méribe, Camarones y Daule.

El Cantón Esmeraldas presenta un clima cálido, entre tropical y subtropical muy húmedo. La ciudad de Esmeraldas presenta un clima húmedo, con una temperatura media anual de 25 °C, una pluviosidad de 700 mm a⁻¹ y 81 % de humedad relativa. La estación de lluvia (invierno) se presenta normalmente desde los últimos días del mes de diciembre hasta junio.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 26.6 °C, con valores mayores en marzo y abril (27.8 °C), y el menor en diciembre (25.1 °C)

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 1279.7 mm a⁻¹. Desde enero hasta mayo, y en diciembre, la precipitación mensual es mayor de 150 mm mes⁻¹. Los meses con menor precipitación fueron septiembre (8.3 mm mes⁻¹) y octubre (1.9 mm mes⁻¹).

4.2 Cantón Ibarra

Se encuentra al norte del Ecuador. La ciudad de Ibarra presenta cotas entre 3427 y 1475 msnm. Es uno de los 6 cantones que conforman la Provincia de Imbabura.

La ciudad de Ibarra está localizada en la hoya del Chota, entre las coordenadas 0°20' - 0°30' de latitud norte y 78°15' - 78°0' de longitud oeste.

El Cantón Ibarra presenta con una topografía irregular, con zonas de hasta 3427 msnm (Loma Mellocochupa). Otros accidentes orográficos incluyen las Lomas Padre Rumi, Iguincho, de Pimán, Mindaburlo.

Los principales componentes hidrológicos comprenden la laguna de Yaguarcocha y los ríos Chota, Ambi y Tahuando.

El Cantón Ibarra presenta una gran variedad de climas, desde frío andino en Angochagua, cálido húmedo en Lita y La Carolina; hasta tropical seco, en el valle del Chota. La ciudad de Ibarra presenta un clima seco templado, con una temperatura media anual de 18 °C. El cantón presenta una temperatura media de 15.9 °C, con mínimos de 7 °C y máximos de 25 °C. La pluviosidad varía entre típicamente 800 y 1400 mm a⁻¹.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 18.5 °C, con un valor mayor en marzo (19.5 °C) y el menor en diciembre (16.6 °C)

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 879.9 mm a⁻¹. En abril, mayo, junio noviembre y diciembre, la precipitación mensual es mayor de 100 mm mes⁻¹. Los meses con menor precipitación fueron enero (3.3 mm mes⁻¹) y febrero (11.9 mm mes⁻¹).

4.3 Cantón Santo Domingo

Se encuentra al noroccidente del Ecuador, entre la región costa e interandina. La capital, la ciudad de Santo Domingo tiene una cota media de 655 msnm. La Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cuenta actualmente con dos cantones, con la reciente incorporación de La Concordia.

La ciudad de Santo Domingo se encuentra en las estribaciones de la Cordillera Occidental, entre las coordenadas 0°10' - 0°20' de latitud sur y 79°15' - 79°0' de longitud oeste.

El Cantón Santo Domingo cuenta con una topografía relativamente regular, con alturas que no sobrepasan los 1300 msnm.

El Río Toachi representa el mayor eje hidrológico del cantón. Otros componentes hidrológicos son afluentes del río Toachi: Río Meme Grande, Meme Chico, Río Baba, Mapalí, Peripa, Las Damas y Estero Sabalera.

El Cantón Santo Domingo presenta un clima lluvioso subtropical, con una temperatura media anual de 22.9 °C, con pluviosidades entre 3000 y 4000 mm a⁻¹.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 23.3 °C, con temperaturas mayores entre febrero y mayo (24.5 – 25.1 °C) y menor en noviembre (21.7 °C)

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 3153.1 mm a⁻¹. Los meses más lluviosos fueron febrero, marzo y abril; con precipitaciones entre 479.2 y 682.3 mm mes⁻¹. Septiembre y octubre fueron los meses con menores precipitaciones (45.8 y 33.4 mm mes⁻¹, respectivamente)

4.4 Cantón Manta

Se ubica al occidente del Ecuador. Presenta una altura promedio de 6 msnm. Es uno de los 22 cantones que conforman la Provincia de Manabí.

La ciudad de Manta se asienta en una amplia bahía, en un lugar estratégico, lo que le permite ser un puerto muy importante. El Cantón Manta se encuentra entre las coordenadas 0°50' - 1°0' de latitud sur y 80°30' - 80°45' de longitud oeste.

Presenta una topografía con cierta irregularidad, con alturas que no sobrepasan los 250 msnm (Loma Jue Pato).

El principal componente hidrológico es el Río Manta, que atraviesa la ciudad y desemboca en la bahía. Otros elementos hidrológicos son el Río Burro, Jaramijó y los esteros Seco, Salina y Sanjón Hondo.

Presenta un clima entre subtropical seco y tropical húmedo, con una temperatura media entre 26 °C en invierno y 24° C en verano y una pluviosidad media de solamente de 210 mm a⁻¹. El verano va desde junio a noviembre y el invierno de diciembre a mayo. El verano no es tan caluroso, por la influencia de la corriente fría de Humboldt.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 25 °C, con temperaturas mayores entre enero y junio (26.2 – 27.1 °C) y menor en noviembre (23.2 °C)

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 290.2 mm a⁻¹. Los meses más lluviosos fueron febrero y marzo; con precipitaciones entre 88.2 y 99.8 mm mes⁻¹. Entre julio y noviembre, los niveles de precipitación fueron muy bajos, entre 0 y 2.9 mm mes⁻¹.

4.5 Cantón Portoviejo

Se encuentra al occidente del Ecuador. Presenta zonas con cotas entre 10 y 430 msnm. El Cantón Portoviejo pertenece a la Provincia de Manabí.

La ciudad de Portoviejo, capital de la provincia, se encuentra entre las coordenadas 1°0' - 1°10' de latitud sur y 80°15' - 80°30' de longitud oeste.

El Río Portoviejo representa el mayor eje hidrológico del cantón.

Presenta un clima entre subtropical seco hasta tropical. La ciudad de Portoviejo presenta una temperatura media anual de 26 °C, una pluviosidad de 491 mm a⁻¹, y 76.2 % de humedad relativa. La estación de lluvia (invierno) típicamente se presenta entre enero y abril y la estación seca (verano) entre mayo y diciembre.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 25.4 °C, con temperaturas mayores entre enero y mayo (26.3 – 27.2 °C) y menor en noviembre (24 °C)

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 745.9 mm a^{-1} . Los meses más lluviosos fueron de diciembre hasta marzo; con precipitaciones entre 115.3 y $185.9 \text{ mm mes}^{-1}$. Entre junio y noviembre, los niveles de precipitación fueron muy bajos, entre 0 y 3.9 mm mes^{-1} .

4.6 Cantón Milagro

Se encuentra al suroccidente del Ecuador. La ciudad de Milagro presenta cuenta con una topografía de relieve bajo y plano, con cotas entre 8 y 15 msnm . Es uno de los 25 cantones que conforman la Provincia del Guayas.

La ciudad de Milagro se asienta en las riveras del río del mismo nombre, entre las coordenadas $2^{\circ}0' - 2^{\circ}10'$ de latitud sur y $79^{\circ}30' - 79^{\circ}45'$ de longitud oeste.

El Cantón Milagro presenta una temperatura media anual de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una pluviosidad de 1361 mm a^{-1} .

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de $25.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, con temperaturas mayores desde enero hasta mayo ($26.6 - 27.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y menores en agosto y noviembre ($24.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 1369.5 mm a^{-1} . Los meses más lluviosos fueron de febrero hasta abril; con precipitaciones entre 238.4 y $464.9 \text{ mm mes}^{-1}$. Entre junio y noviembre, los niveles de precipitación fueron muy bajos, entre 0 y 7.1 mm mes^{-1} .

4.7 Cantón Riobamba

Se ubica en el centro del Ecuador. La ciudad de Riobamba tiene una cota media de 2754 msnm . Es uno de los 10 cantones que conforman la Provincia de Chimborazo.

La ciudad de Riobamba se encuentra en la cordillera de los Andes. El cantón se ubica entre las coordenadas $1^{\circ}40' - 1^{\circ}50'$ de latitud sur y $78^{\circ}30' - 78^{\circ}45'$ de longitud oeste.

El Cantón Riobamba presenta con una topografía irregular, con alturas entre 2600 y 4447 msnm .

Su principal componente hidrológico es el río Chambo, que tiene como afluentes a los ríos Daldal, Timbul y Uldán.

El Cantón Riobamba presenta un clima generalmente frío, con una estación húmeda y otra seca, una temperatura media de $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una pluviosidad de 423 mm a^{-1} .

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$, con temperaturas mayores en febrero y marzo ($17 - 17.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y menor en agosto ($14.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 560.8 mm a^{-1} . Los meses más lluviosos fueron abril, noviembre y diciembre; con precipitaciones entre 79.4 y $113.1 \text{ mm mes}^{-1}$. La mínima precipitación se presentó en enero (2.1 mm mes^{-1}).

4.8 Cantón Ambato

Se localiza en el centro del Ecuador. La ciudad de Ambato tiene una cota media de 2600 msnm. Es uno de los 9 cantones que conforman la Provincia de Tungurahua. Presenta una topografía irregular, con alturas máximas de hasta 4000 msnm.

La ciudad de Ambato se asienta a la orilla del río del mismo nombre y en las hoyas del río Patate y Latacunga-Ambato. El Cantón Ambato se encuentra entre las coordenadas $1^{\circ}10'$ - $1^{\circ}20'$ de latitud sur y $78^{\circ}30'$ - $78^{\circ}45'$ de longitud oeste.

El Río Ambato representa el mayor eje hidrológico del cantón.

El Cantón Ambato presenta un clima templado seco. La ciudad de Ambato tiene una temperatura media anual entre 14° y 19°C . La estación de lluvia (invierno) se presenta normalmente entre los meses de septiembre y diciembre.

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 16.6°C , con temperaturas mayores entre febrero y mayo ($17.5 - 17.7^{\circ}\text{C}$) y menor en agosto (14.9°C).

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 613.8 mm a^{-1} . Los meses más lluviosos fueron noviembre y diciembre; con precipitaciones de 94.8 y $142.5 \text{ mm mes}^{-1}$. La mínima precipitación se presentó en enero (2.7 mm mes^{-1}).

4.9 Cantón Latacunga

Se ubica en la región Sierra, al centro norte del Ecuador. La ciudad de Latacunga tiene una cota media de 2850 msnm. Es uno de los 7 cantones que conforman la Provincia de Cotopaxi.

La ciudad de Latacunga se localiza en la hoya de Patate, cerca al volcán Cotopaxi. El cantón se encuentra entre las coordenadas $0^{\circ}50'$ - $1^{\circ}0'$ de latitud sur y $78^{\circ}30'$ - $78^{\circ}45'$ de longitud oeste.

El Cantón Latacunga presenta una topografía irregular, con alturas de hasta 5897 msnm (Volcán Cotopaxi). El Río Cutuchi representa el mayor eje hidrológico del cantón.

Presenta un clima entre templado, frío y cálido húmedo. La ciudad de Latacunga presenta un clima templado, algunas veces frío y ventoso, con una temperatura media anual que varía entre 12° y 17°C y una pluviosidad de 476 mm a^{-1} .

El valor medio de temperatura para el año 2010 fue de 14.2°C , con temperaturas mayores en febrero y marzo (15.3°C) y menor en agosto (12.8°C).

La lluvia total acumulada en el 2010 asciende a 544.1 mm a^{-1} . Los meses más lluviosos fueron abril y noviembre; con precipitaciones de 86.5 y $108.2 \text{ mm mes}^{-1}$. La mínima precipitación se presentó en enero (7.1 mm mes^{-1}).

5. Tráfico vehicular

El transporte, y de manera específica el tráfico vehicular, produce una de las mayores cargas contaminantes hacia la atmósfera. Sus emisiones tienen efecto directo en los problemas de contaminación del aire tanto a escala local, regional y global. Actualmente, la gran mayoría de vehículos motorizados utilizan combustibles fósiles (gasolina y diesel, principalmente), cuyo uso produce la emisión en general de un mismo grupo de contaminantes, aunque en cantidades y proporciones diferentes según el combustible y las condiciones de combustión (Colville et al., 2001).

En un motor a gasolina (Otto), en la etapa de admisión, la mezcla aire/combustible (A/C) ingresa a la cámara de combustión, el pistón la comprime y se produce la explosión por chispa. El pistón es impulsado con gran presión y luego se produce la evacuación de los gases de combustión. Estos gases se expulsan al exterior por medio del escape.

En la etapa de admisión, los motores a diesel solamente absorben aire. El combustible ingresa directamente a la cámara de combustión, el aire comprimido incrementa su temperatura y se produce la autoignición.

Los combustibles fósiles, formados por una mezcla de diferentes hidrocarburos, luego del proceso de combustión generan principalmente CO_2 y vapor de agua. Sin embargo, el funcionamiento de los motores es complejo y por varios factores, la combustión no se desarrolla en su totalidad. Entre las causas más importantes se destacan la potencial falta de oxígeno y la variabilidad de la mezcla oxígeno/combustible, la baja temperatura cuando los motores inician su funcionamiento, los tiempos de residencia cortos de la mezcla A/C en la cámara de combustión. Como consecuencia, se producen emisiones de CO, a más de hidrocarburos sin oxidar o parcialmente oxidados.

Adicionalmente, y debido a las altas temperaturas en la cámara de combustión cuando el motor alcanza su estabilidad térmica; se produce la combinación de N_2 y O_2 , formando NO_x . Un segundo mecanismo de la formación de NO_x comprende la oxidación del N contenido en los propios combustibles, pero la cantidad es muy inferior en comparación al primer mecanismo (USEPA, 2004).

El azufre forma parte de las impurezas que contienen los combustibles fósiles. Su oxidación produce la formación y emisión de SO_2 . Interfiere directamente en la eficiencia de los catalizadores, cuyo uso sólo es viable con combustibles con muy bajo contenido de azufre.

La emisión de partículas se produce por la combustión, el desgaste de los neumáticos, recubrimiento de frenos y superficies de rodadura, o por la resuspensión de polvo. Las partículas que dan un color blanco al humo del escape, se asocian a condiciones frías de los motores, en tanto que humos de color azulado y negro se asocian a la combustión incompleta de mezclas que pueden contener lubricante. La mayoría de las partículas finas ($\text{PM}_{2.5}$) se producen por combustión. Los vehículos a diesel producen de 10 – 100 veces más partículas de combustión que los vehículos a gasolina (Jacobson, 2002).

Además de las emisiones de COV por combustión, hay un porcentaje significativo de emisiones de COV desde otros dispositivos, que tienen especial importancia para los vehículos a gasolina. A esta clase se le conoce como emisiones evaporativas.

La estimación de las emisiones de tráfico vehicular es compleja. Interfieren factores como el peso de los vehículos, la capacidad, el diseño y condiciones funcionamiento de los motores, el tipo y características de los combustibles, el rendimiento de los dispositivos de control de las

emisiones del escape, la variabilidad de los ciclos reales de recorrido, las características de la red vial. Por ello, el desarrollo de modelos de emisiones de este sector es complejo.

Se consideraron las emisiones generadas en las siguientes condiciones (Ntziachristos and Samaras, 2000):

- Emisiones en caliente: aquellas que provienen del tubo de escape de los vehículos, cuando los motores alcanzan estabilidad en su temperatura de funcionamiento; es decir, cuando la temperatura del agua de refrigeración es superior a 70 °C.
- Emisiones en frío: aquellas que provienen del tubo de escape antes de que el agua de refrigeración del motor haya alcanzado los 70 °C.
- Emisiones evaporativas: las emisiones de COV que proceden de la evaporación del combustible (esencialmente de la gasolina) desde otros dispositivos, diferentes del tubo de escape (tanque de almacenamiento de combustible y carter, principalmente).

Las emisiones anuales de CO₂, CH₄ y N₂O se valoran mediante la Ecuación 3:

$$E_r^i = (0.00378 \frac{Nveh_r}{CC_r} .Den.PCI.FE_r^i) / 1000000000 \quad 3$$

Parámetros:

r : categoría de vehículo según el año modelo.

Término:

E_rⁱ : emisión del gas i (CO₂, CH₄, N₂O) de los vehículos r (t a⁻¹).

Datos:

Nveh_r : número de vehículos de la categoría r según el año modelo.

CC_r : consumo de combustible por distancia recorrida (galón km⁻¹) para los vehículos r.

Den : densidad del combustible (kg m⁻³).

PCI : poder calorífico inferior del combustible (TJ Gg⁻¹).

FE_jⁱ : factor de emisión del gas i por tipo de combustible (kg TJ⁻¹)

Las emisiones anuales de SO₂ se valoran mediante la Ecuación 4:

$$E_r^{SO_2} = (0.00378 \frac{Nveh_r}{CC_r} .Den.S) / 100000 \quad 4$$

E_r^{SO₂} : emisión de SO₂ de los vehículos r (t a⁻¹)

Datos:

S : contenido de azufre del combustible (%)

Las emisiones anuales en caliente de NO_x, CO, COV, PM₁₀ y PM_{2.5} se valoran mediante la Ecuación 5:

$$E_r^{\text{icaliente}} = (Nveh_r \cdot Drec_r \cdot FE_r^i) / 1000000$$

5

Parámetros:

r : categoría de vehículo según el año modelo.

i : contaminante (NO_x, COV, CO, PM₁₀ y PM_{2.5}).

Término:

$E_r^{\text{icaliente}}$: emisión en caliente del contaminante i producida por los vehículos r (t a⁻¹).

Datos:

$Nveh_r$: número de vehículos de la categoría r según año modelo

$Drec_r$: distancia media anual recorrida por los vehículos tipo r (km a⁻¹).

FE_j^i : factor de emisión del contaminante i, para el vehículo de categoría r (g km⁻¹).

Para las emisiones de material particulado debido al desgaste de frenos, neumáticos y pavimento, los factores de emisión se expresan en mg km⁻¹.

En base a la información georeferenciada del Instituto Geográfico Militar, de los ejes de vías, y de las estadísticas de tráfico promedio diario del año 2010, que reporta el Ministerio de Turismo (2010), se estructuraron mapas de tráfico para cada cantón. Estos mapas se usan para distribuir espacialmente las emisiones de contaminantes primarios.

De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, la Tabla 3 presenta los valores de venta de gasolina extra, gasolina súper y diesel 2, en las gasolineras localizadas en los nueve cantones.

Tabla 3: Venta de combustibles en gasolineras durante el año 2010

Cantón	Gasolina extra		Gasolina súper		Diesel 2	
	Galones a ⁻¹	%	Galones a ⁻¹	%	Galones a ⁻¹	%
Esmeraldas	7 828 428	7.0	3 279 236	9.2	8 526 538	7.1
Ibarra	11 211 742	10.0	2 784 568	7.8	13 724 327	11.4
Santo Domingo	16 733 651	15.0	6 067 381	17.0	28 673 947	23.8
Manta	12 151 500	10.9	4 333 112	12.2	7 463 485	6.2
Portoviejo	10 997 633	9.8	5 238 740	14.7	11 633 343	9.7
Milagro	5 959 657	5.3	1 804 363	5.1	6 560 121	5.5
Riobamba	15 075 269	13.5	2 792 000	7.8	12 977 834	10.8
Ambato	20 172 000	18.0	7 462 500	20.9	17 526 500	14.6
Latacunga	11 632 900	10.4	1 860 500	5.2	13 237 500	11.0
Total	111 762 780	100	35 622 400	100	120 323 595	100

De acuerdo a la información proporcionada por Ep-PetroEcuador, la Tabla 4 presenta los contenidos medios anuales de azufre en los combustibles para tráfico vehicular.

Tabla 4: Contenido de azufre (ppm) en los combustibles para tráfico vehicular

Año	Gasolina extra	Gasolina súper	Diesel 2	Diesel premium
2008	1000	1200	4000	250
2009	700	900	3500	350
2010	500-700	750-1250	2300	350
2011 (Ene-Jun)	500	1000	5000	150

El contenido de azufre en la Gasolina extra descendió de 1000 en el año 2008 hasta 500 – 700 ppm en el 2010.

Para la Gasolina súper, en el año 2008 se registra un contenido de 1200 ppm, y para el año 2010, valores entre 750 y 1250 ppm.

Para el diesel 2, el azufre desciende desde 4000 ppm en el año 2008, hasta 2300 ppm para el 2010. Hay que resaltar, que para el año 2011, el contenido se incrementó a 5000 ppm.

Para el inventario, se utilizan contenidos de azufre de 600, 1000 y 2300 ppm, para la gasolina extra, gasolina súper y diesel 2; respectivamente.

Mediante el procesamiento de la información de estadísticas de transporte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2012), del Anuario 2010 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2010); y del número de vehículos requeridos para conciliar la estimación del consumo de combustible, con los niveles de venta de combustibles en las

gasolineras, se estructuró la conformación del parque vehicular de los nueve cantones para el año 2010, cuyo resumen se indica en la Tabla 5.

Tabla 5: Parque vehicular por cantones para el año 2010

Cantón	Número de vehículos	Porcentaje de vehículos a gasolina	Porcentaje de vehículos a diesel
Esmeraldas	30 000	88.6	11.4
Ibarra	39 094	86.2	13.8
Santo Domingo	71 647	82.5	17.5
Manta	44 037	91.2	8.8
Portoviejo	51 061	89.0	11.0
Milagro	30 843	90.2	9.8
Riobamba	45 443	87.8	12.2
Ambato	70 889	89.3	10.7
Latacunga	36 422	83.2	16.8

Los factores de emisión se estructuraron en base a los factores de emisión utilizados en el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2008, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (SMACM, 2010).

6. Vegetación

La vegetación puede ser una fuente importante de COV. Las reacciones e interacciones de estos compuestos en la baja troposfera son importantes y su participación en la contaminación por ozono (O₃) es un tema de actual investigación en diferentes partes del mundo.

Parte del carbono que asimilan las plantas retorna hacia la atmósfera como COV, compuestos previamente producidos en los tejidos vegetales por medio de diversos y aún no completamente entendidos procesos fisiológicos. Los mecanismos bioquímicos de formación están relacionados con el metabolismo celular de la planta y son bastante complejos (Fall, 1999).

Los COV incluyen una amplia gama de compuestos: (isopreno, monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes, alcanos, alquenos o carbónilos).

En función de su reactividad, los COV que provienen de la vegetación, se agrupan en tres categorías (Guenther et al., 1995): (1) isopreno, 1 a 2 h, (2) monoterpenos, 0.5 a 3 h y (3) otros compuestos orgánicos volátiles (OCOV), unos reactivos < 1 d y otros > 1 d).

El isopreno (C₅H₈) es emitido por una variedad de plantas tanto de hoja caduca como perenne, cuando están expuestas a la radiación solar. Concretamente la fracción que interviene es la radiación solar fotosintéticamente activa (*Photosynthetically Active Radiation, PAR*). El nivel de las emisiones es mayor cuando aumenta la temperatura, pero sólo hasta cierto valor. La formación y emisión de isopreno está directamente relacionada con la fotosíntesis (no hay emisión de isopreno en ausencia de radiación solar). La biomasa foliar es la fuente más importante, en relación al tronco, tallos y raíces.

Los monoterpenos constituyen un diverso grupo de compuestos (se conocen más de 1000 estructuras) formados de dos unidades de isopreno.

Las emisiones horarias de isopreno en la celda k del dominio de estudio, se calcularon mediante el modelo propuesto por Guenther et al. (1993), según la Ecuación 6:

$$E_{iso}(k, \text{horario}) = FE_j^{iso} \cdot FCA(T, PAR) \cdot DBF_j \cdot A \quad 6$$

Parámetro:

j: categoría de uso del suelo.

Término:

E_{iso}(k, horario): emisión horaria de isopreno en la celda k (g h⁻¹).

Datos:

FE_j^{iso}: factor estándar de emisión de isopreno asociado al uso de suelo j asignado a la celda k (μg g⁻¹ h⁻¹).

FCA(T,PAR): factor de corrección ambiental (adimensional) del factor de emisión, debido a la temperatura T y la PAR.

DBF_j: densidad de biomasa foliar asociada al uso de suelo j (g m⁻²).

A: área de la celda. Para la resolución adoptada corresponde un único valor de 0.86 km².

La influencia de la temperatura y de la PAR, se incluye en la Ecuación 7:

$$FCA(T,PAR) = C_T \cdot C_L \quad 7$$

Siendo:

C_T: factor de corrección debido a la temperatura T (adimensional).

C_L: factor de corrección debido a la PAR (adimensional).

Las emisiones horarias de monoterpenos en la celda k del dominio, se calcularon mediante la Ecuación 8 (Guenther et al., 1993):

$$E_{mon}(k,horario) = FE_j^{mon} \cdot M(T) \cdot DBF_j \cdot A \quad 8$$

Término:

E_{mon}(k, horario): emisión horaria de monoterpenos en la celda k (g h⁻¹).

Datos:

FE_j^{mon}: factor estándar de emisión (a 30 °C de temperatura) de monoterpenos asociado al uso de suelo j asignado a la celda k (μg g⁻¹ h⁻¹).

M(T): factor de corrección ambiental debido a la temperatura.

La mayoría de las especies emisoras disponen de órganos de almacenamiento de monoterpenos. Las tasas de emisión se rigen principalmente por la temperatura, y su influencia se describe mediante la Ecuación 9:

$$M(T) = \exp(\beta \cdot (T - T_s)) \quad 9$$

Siendo:

β = 0.09 (K⁻¹), coeficiente empírico.

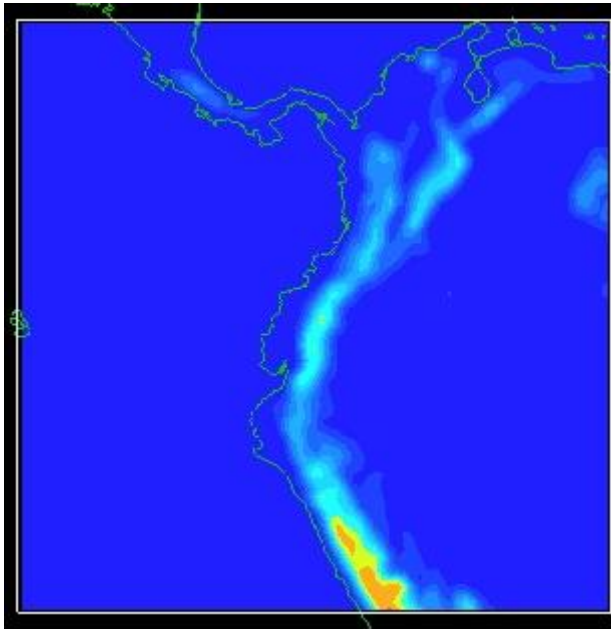
T = temperatura en superficie expresada en grados Kelvin, registrada en la celda k.

T_s = 303 K, temperatura de condiciones de referencia.

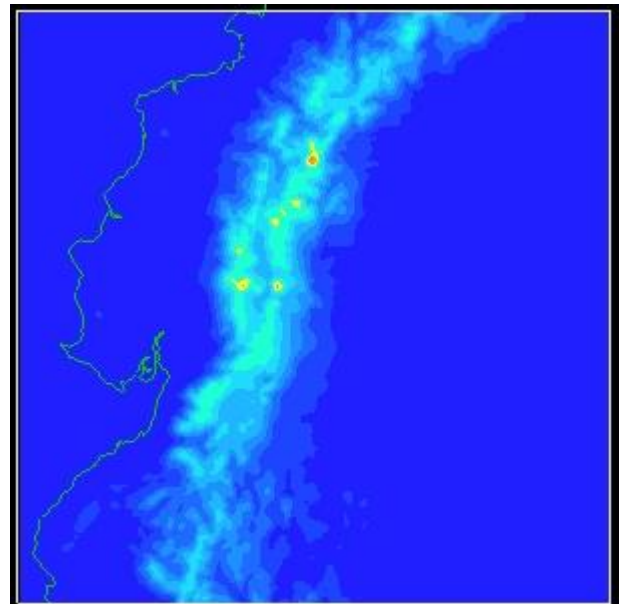
Los mapas horarios representativos del año 2010 de la temperatura y radiación solar, se generaron por simulación numérica, mediante el modelo meteorológico *Weather Research and Forecasting WRF* versión 3.2 (WRF, 2012).

Las simulaciones se desarrollaron para 27 días por mes. Se promediaron los resultados a fin de obtener los mapas horarios representativos del mes. Se promediaron los resultados de todos los meses, a fin de obtener los mapas horarios representativos del año 2010.

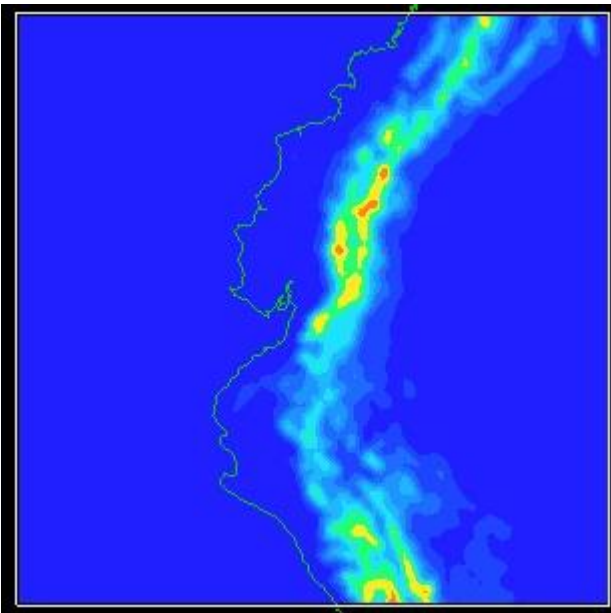
Las simulaciones se desarrollaron utilizando un dominio maestro y dos subdominios anidados (Figura 10). Las condiciones iniciales y de contorno se obtuvieron de la base de datos de análisis final del *National Center for Atmospheric Research de los Estados Unidos (NCAR, 2012)*.



Dominio master (80 celdas horizontales x 80 celdas verticales), celdas de 36 x 36 km



Segundo dominio anidado. (199 celdas horizontales x 199 celdas verticales), celdas de 4 x 4 km



Primer subdominio anidado (109 celdas horizontales x 109 celdas verticales), celdas de 12 x 12 km

Figura 10: Dominios de simulación para la obtención de los parámetros meteorológicos del año 2010, utilizando el modelo WRF

La Tabla 6 resume los principales parámetros utilizados para la simulación.

Tabla 6: Parámetros de simulación meteorológica

Parámetro	Valores	Observaciones
Dominios		
e_we	80, 109, 199	
e_sn	80, 109, 199	
e_vert	26, 26, 26	
dx	36 000, 12 000, 4000	
dy	36 000, 12 000, 4000	
Parámetros físicos		
mp_physics	16	WRF Double-Moment 6-class scheme
sf_surface_physics	1	Monin-Obuknov
bl_pbl_physics	2	Mellor-Yamada-Janjic

Las figuras 11 hasta la 22 presentan los mapas horarios promedio de temperatura y de radiación solar global en superficie del año 2010, para los 6 dominios. Las líneas continuas en negro indican la topografía.

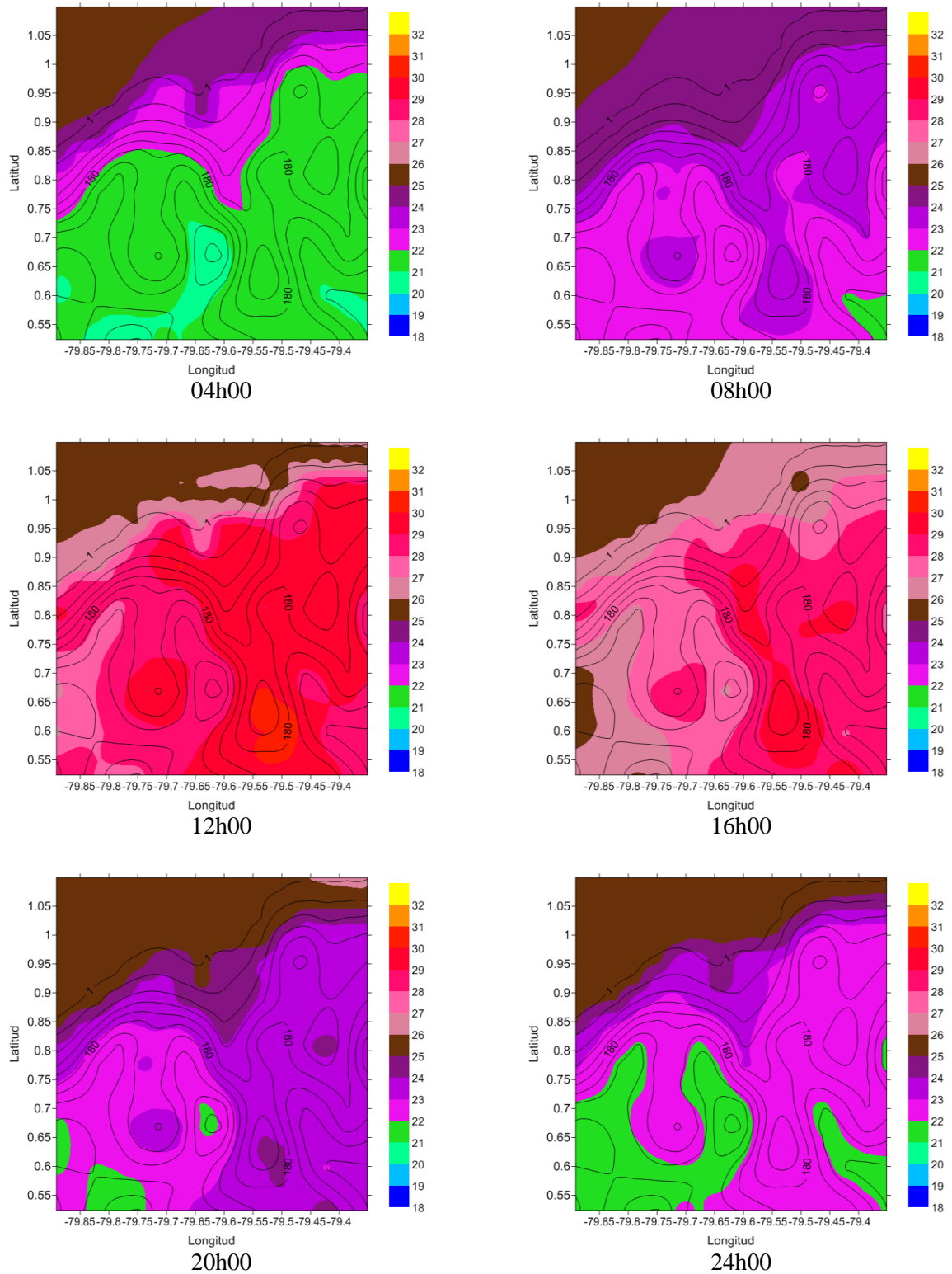


Figura 11: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Esmeraldas.

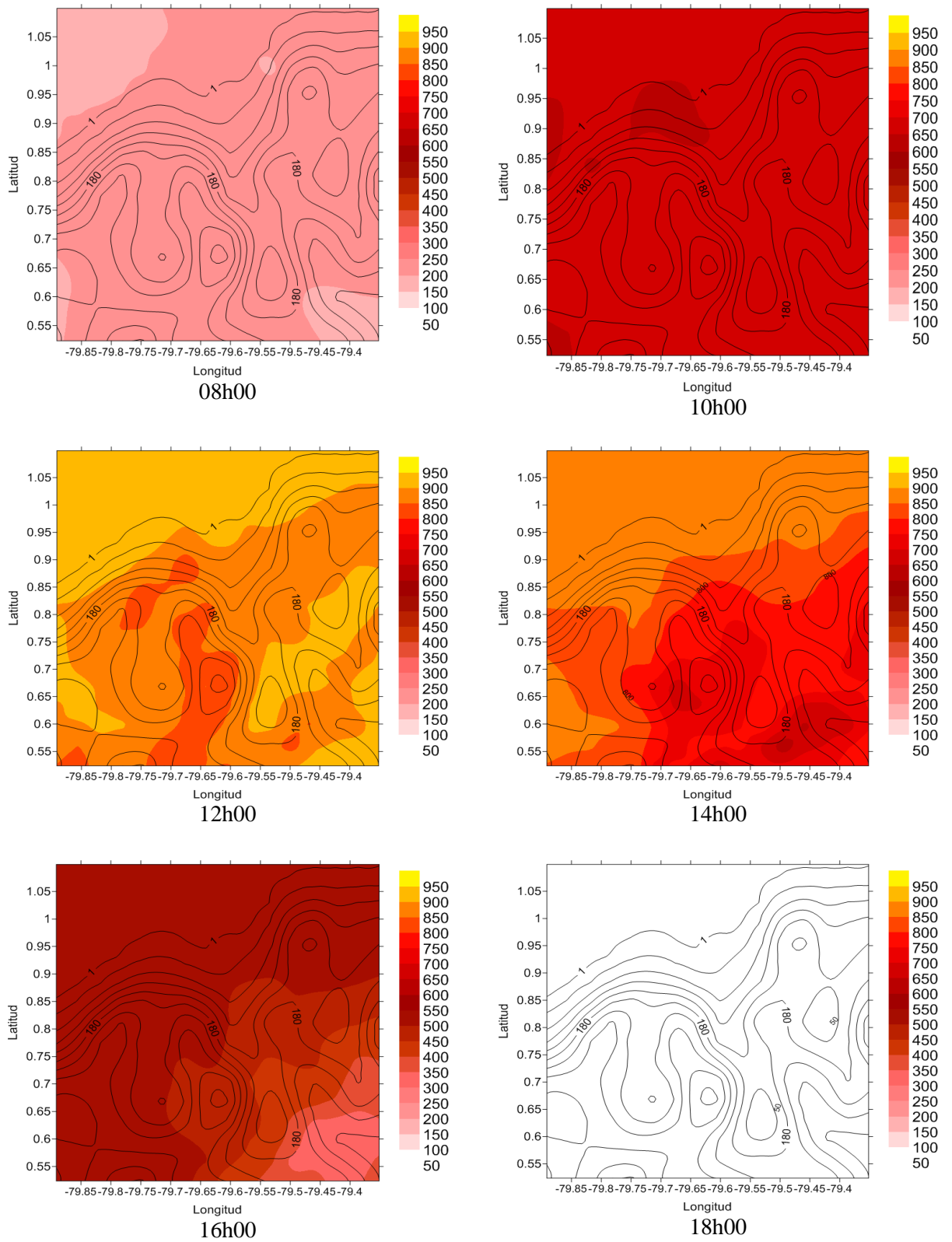


Figura 12: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Esmeraldas.

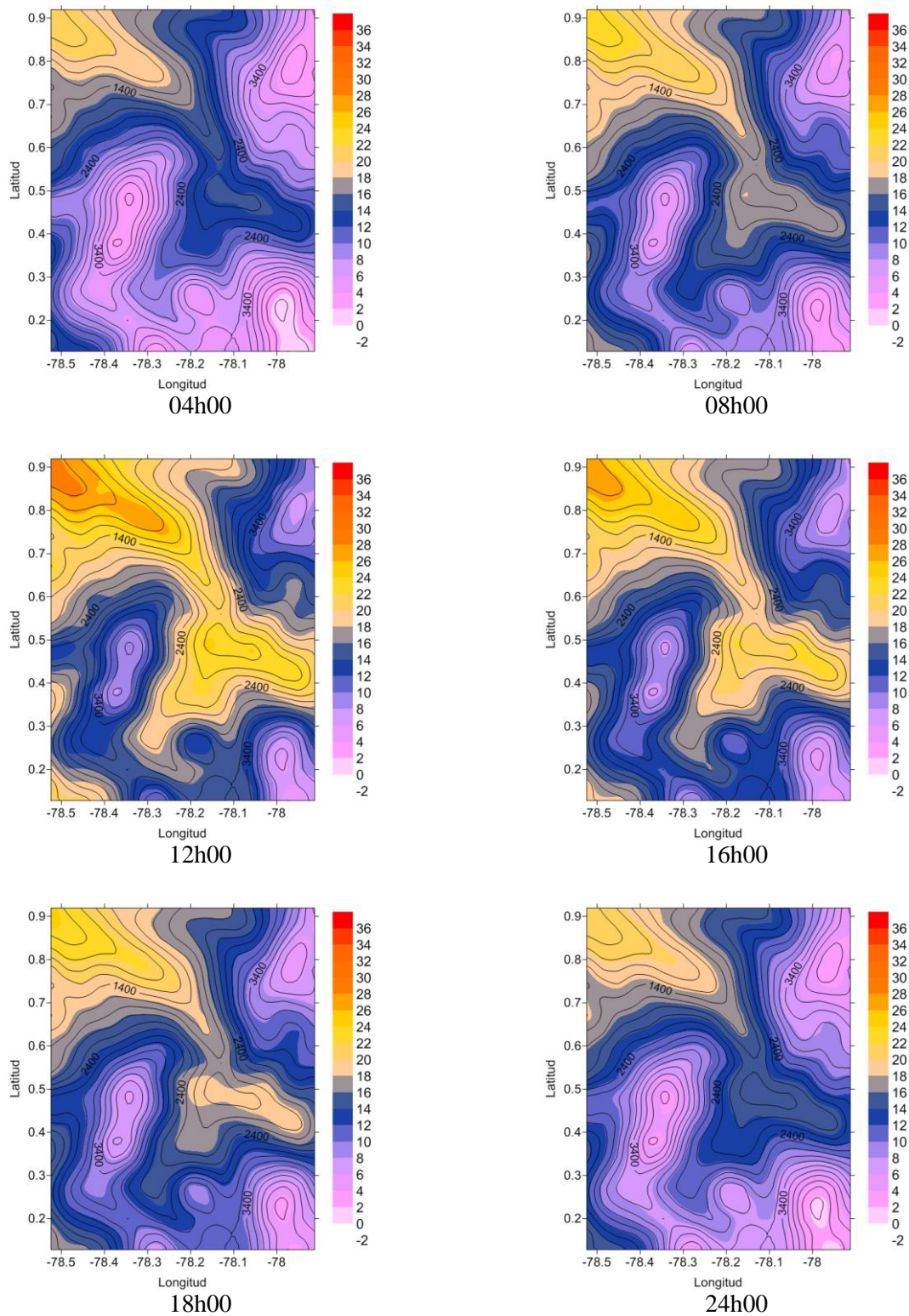


Figura 13: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Ibarra.

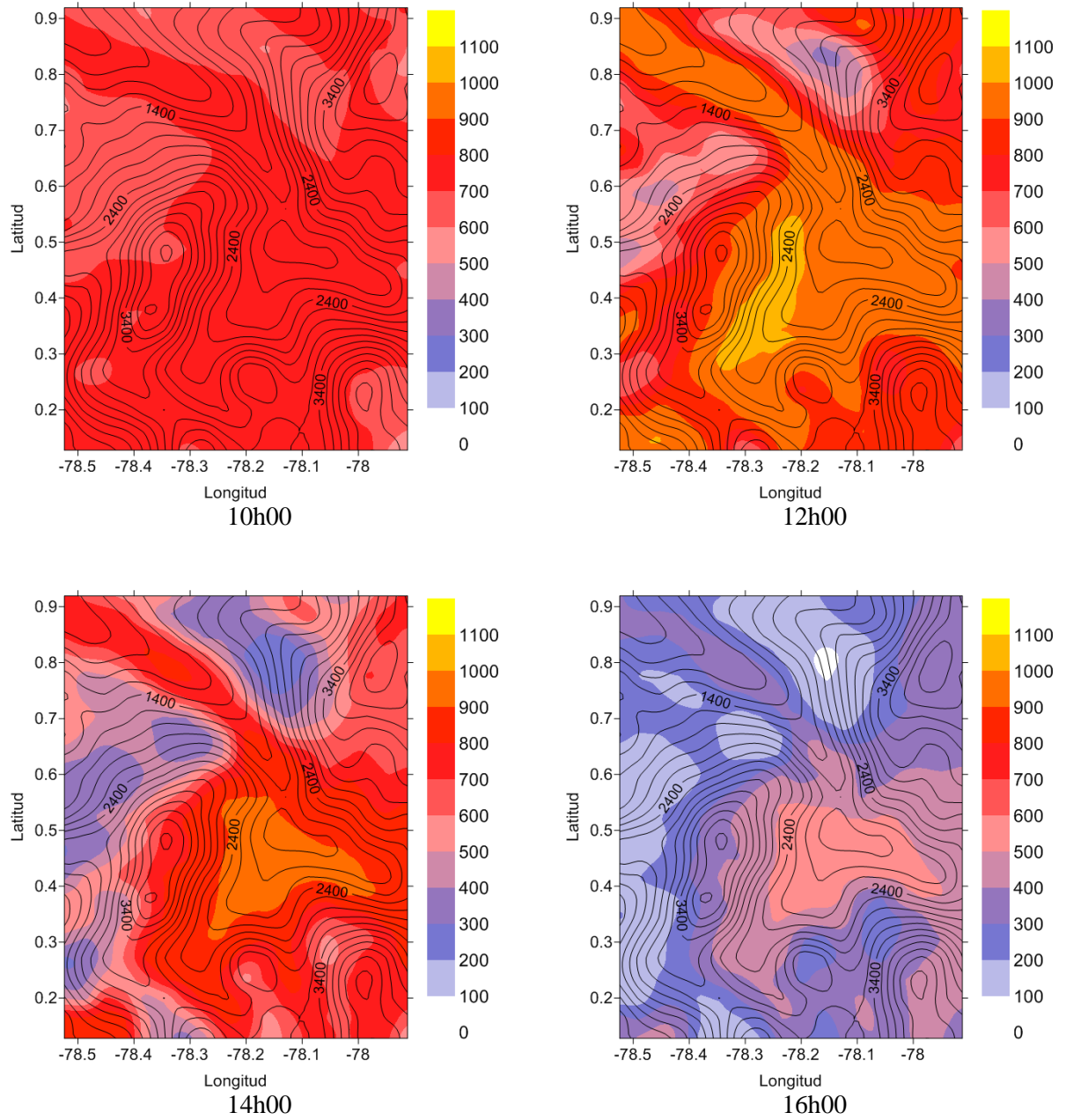


Figura 14: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Ibarra.

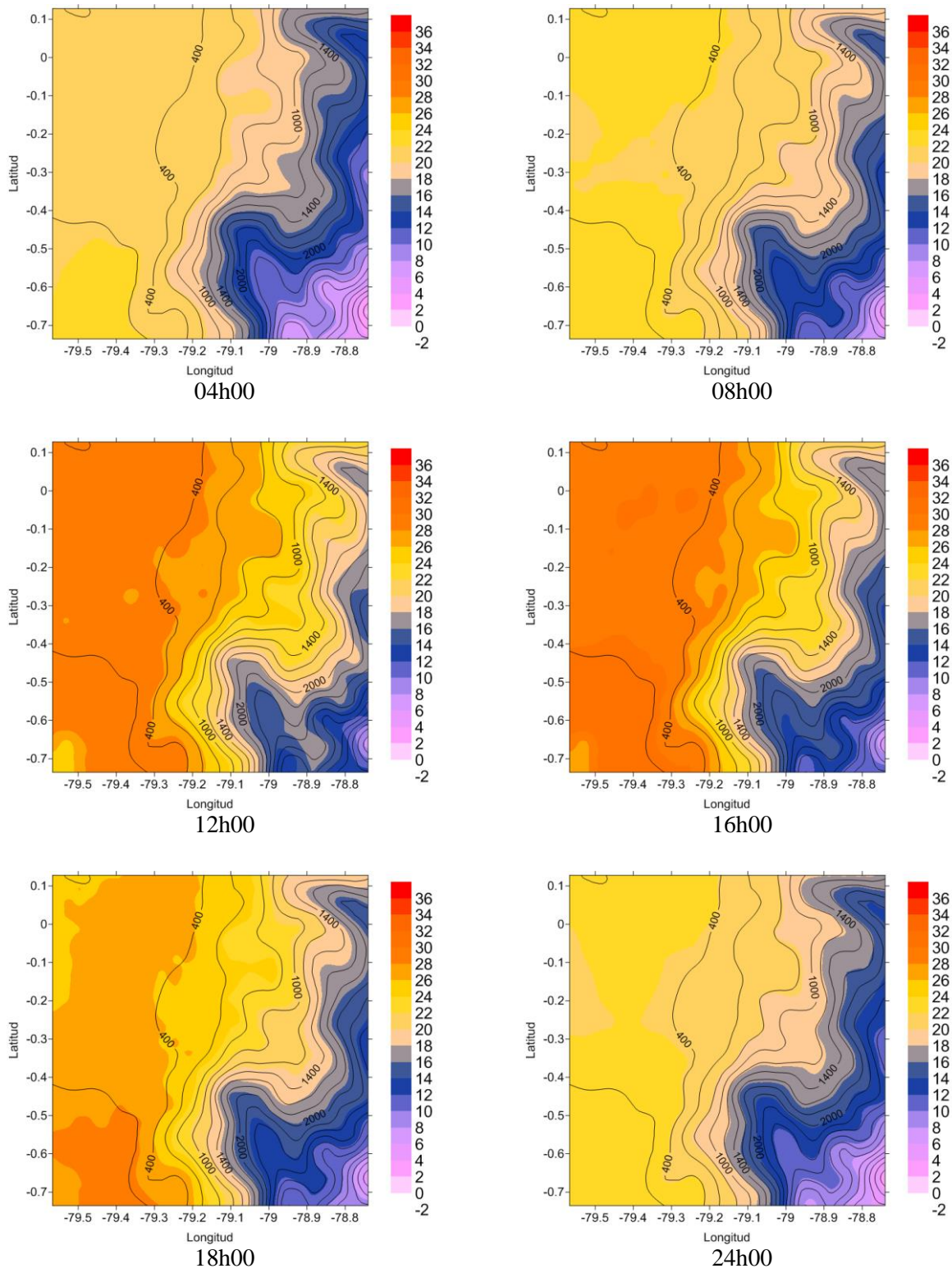


Figura 15: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Santo Domingo.

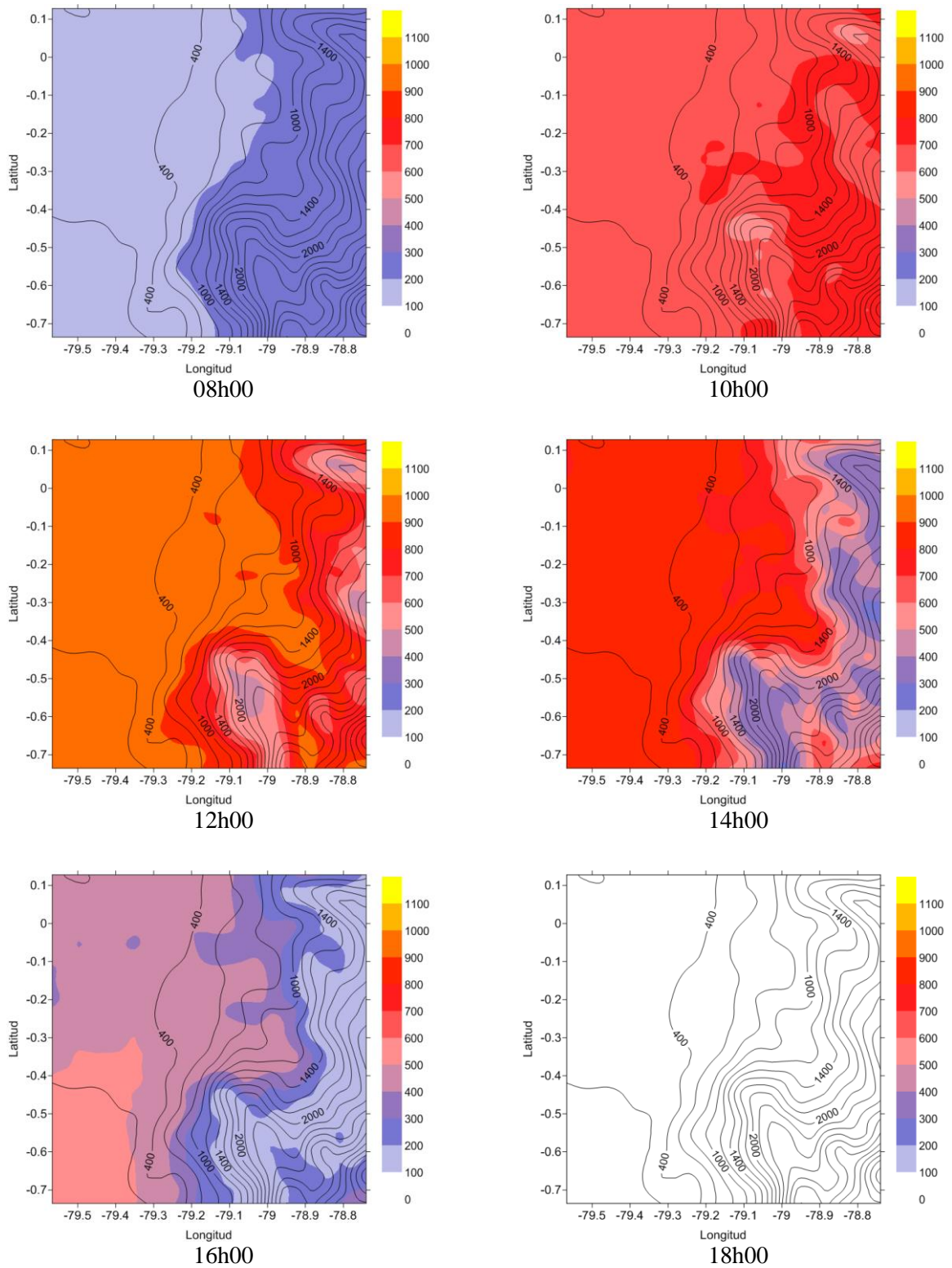


Figura 16: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Santo Domingo.

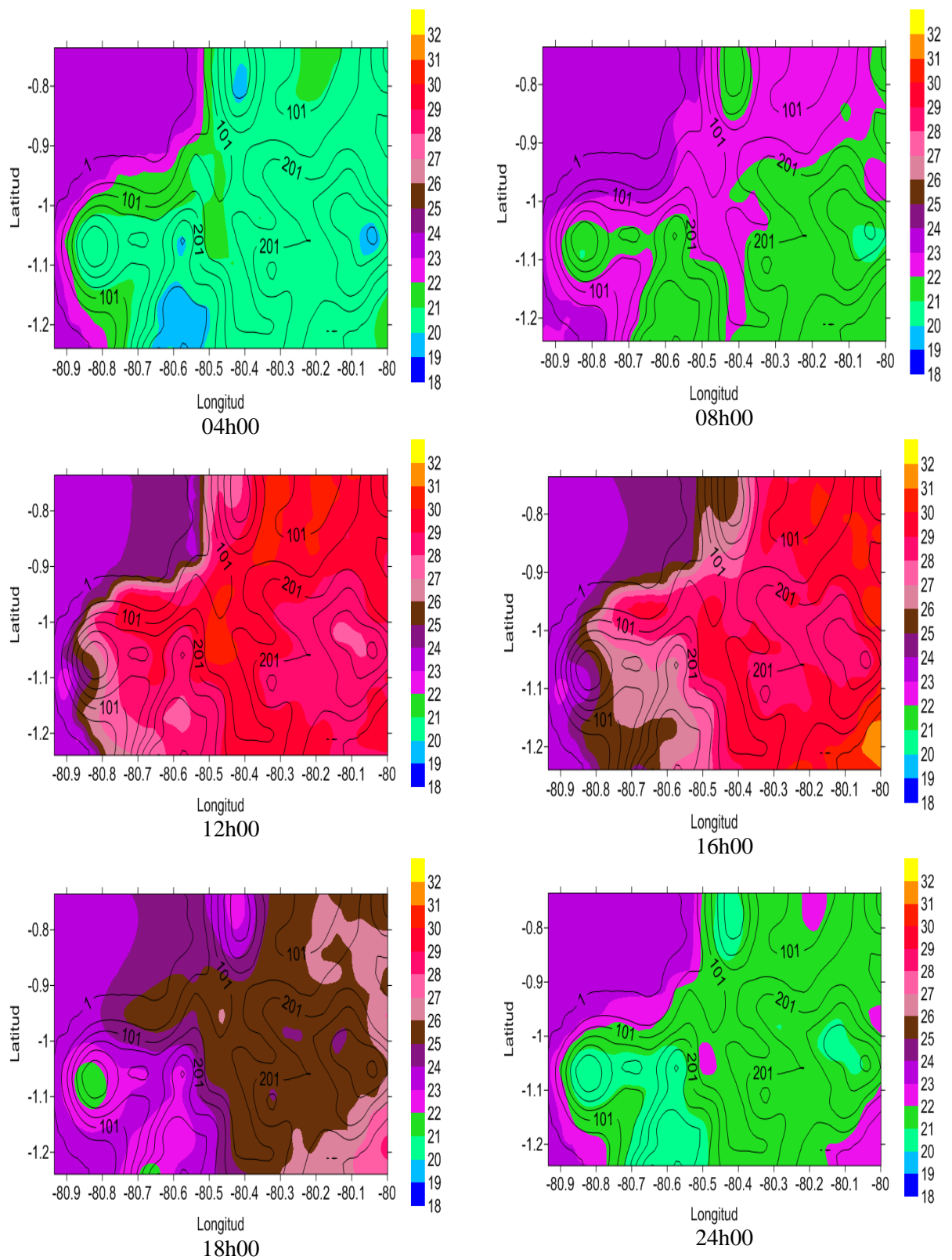


Figura 17: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo.

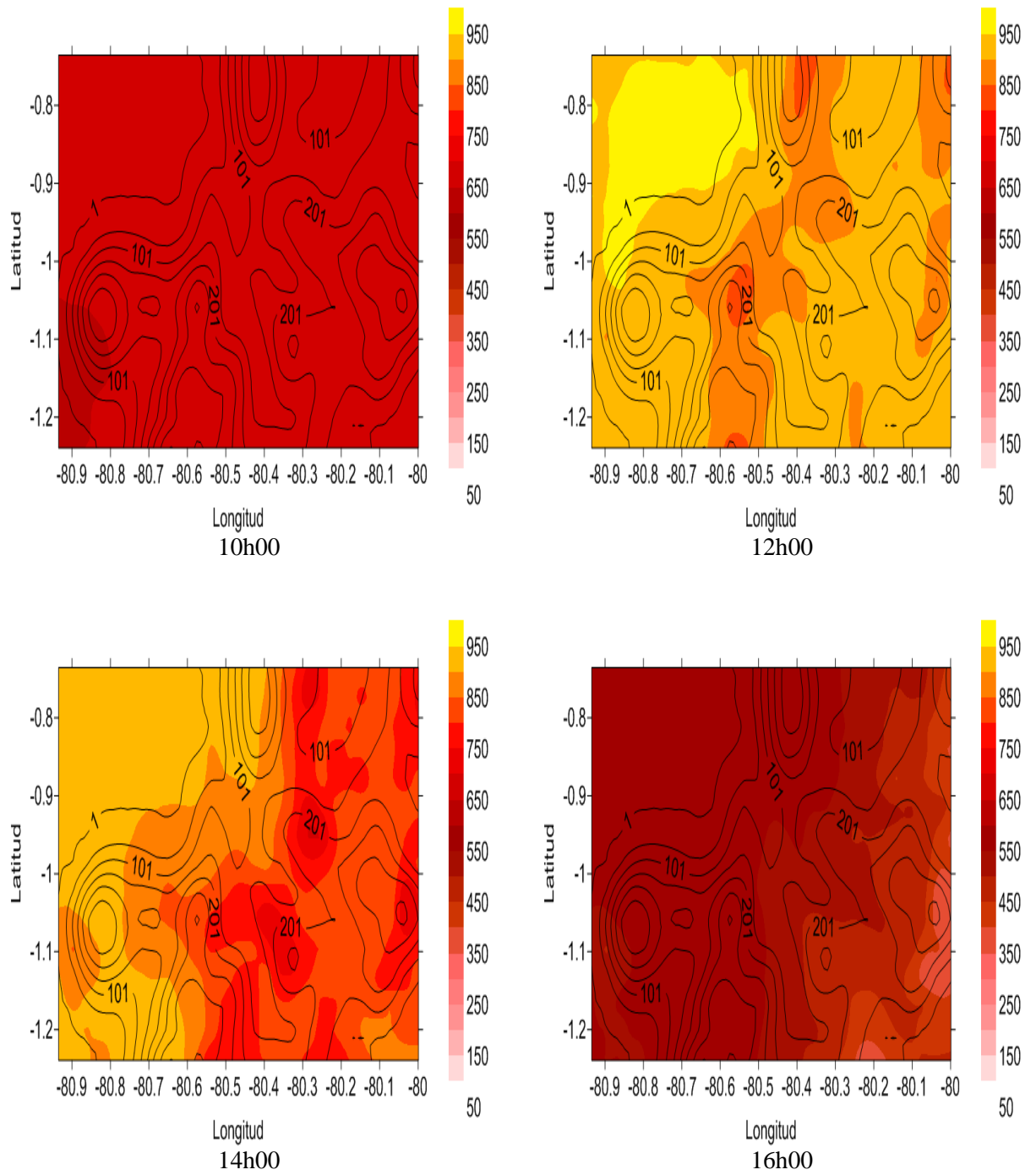


Figura 18: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m^2) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo.

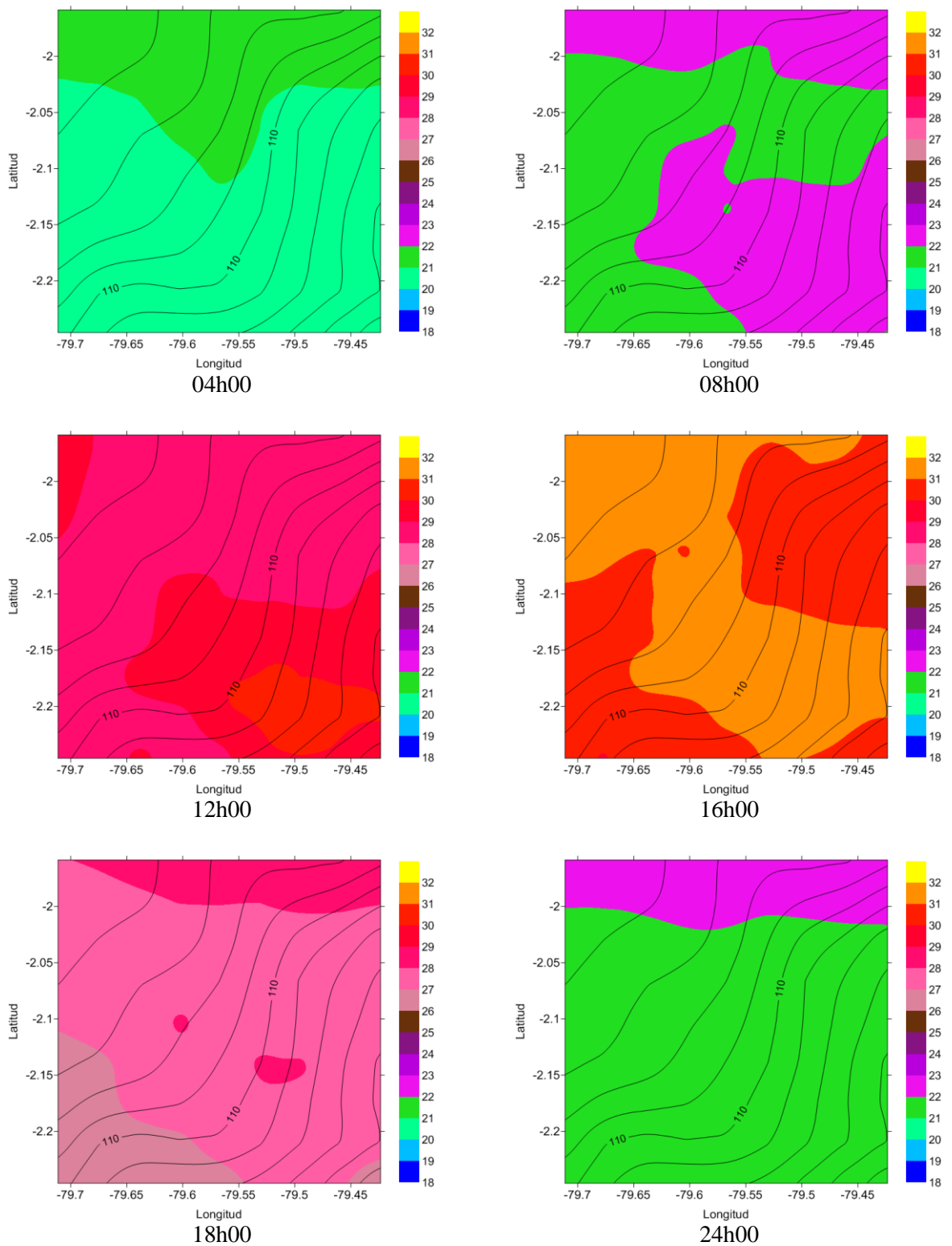


Figura 19: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Milagro.

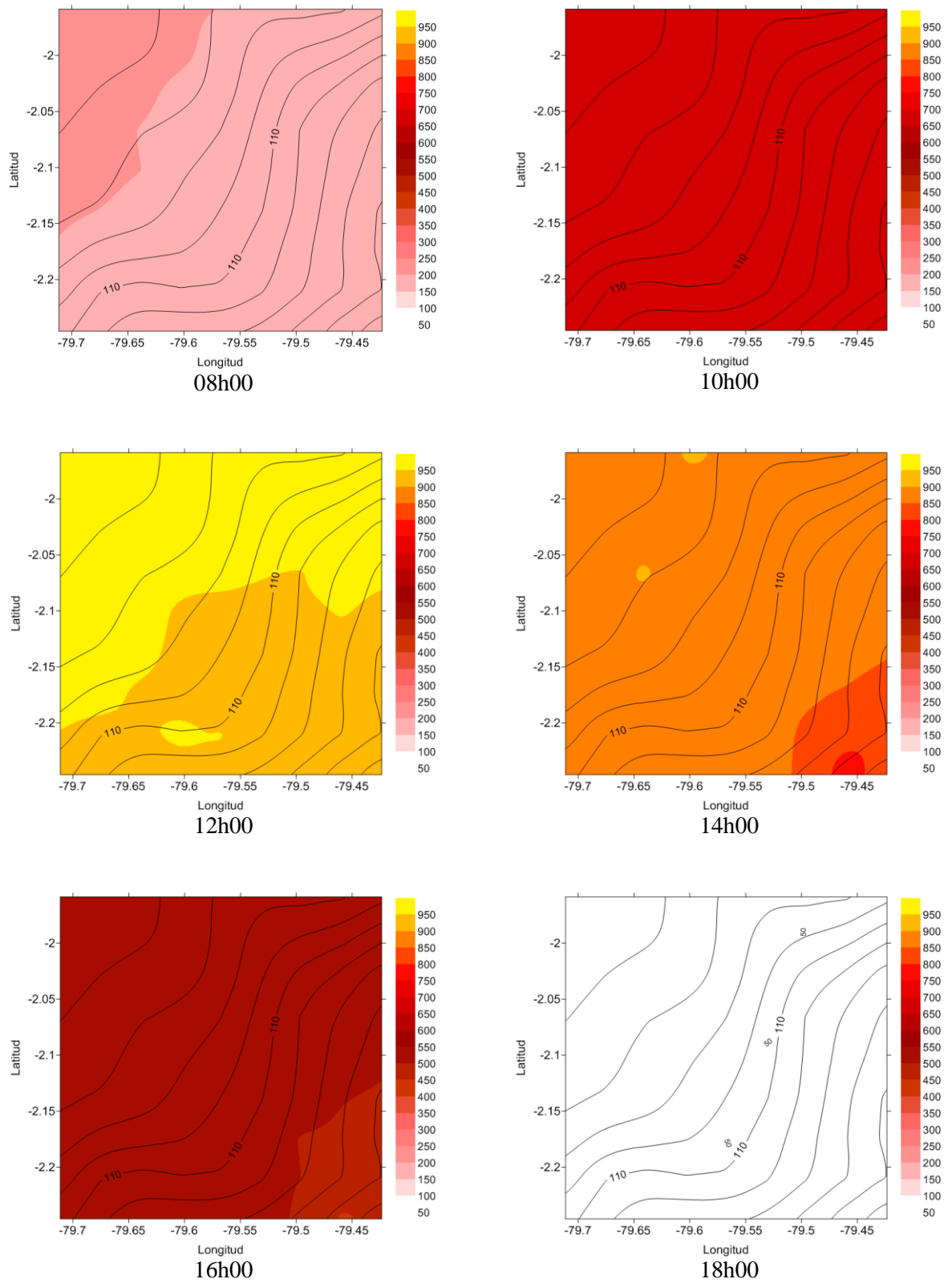


Figura 20: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m²) del año 2010. Dominio de emisiones del Cantón Milagro.

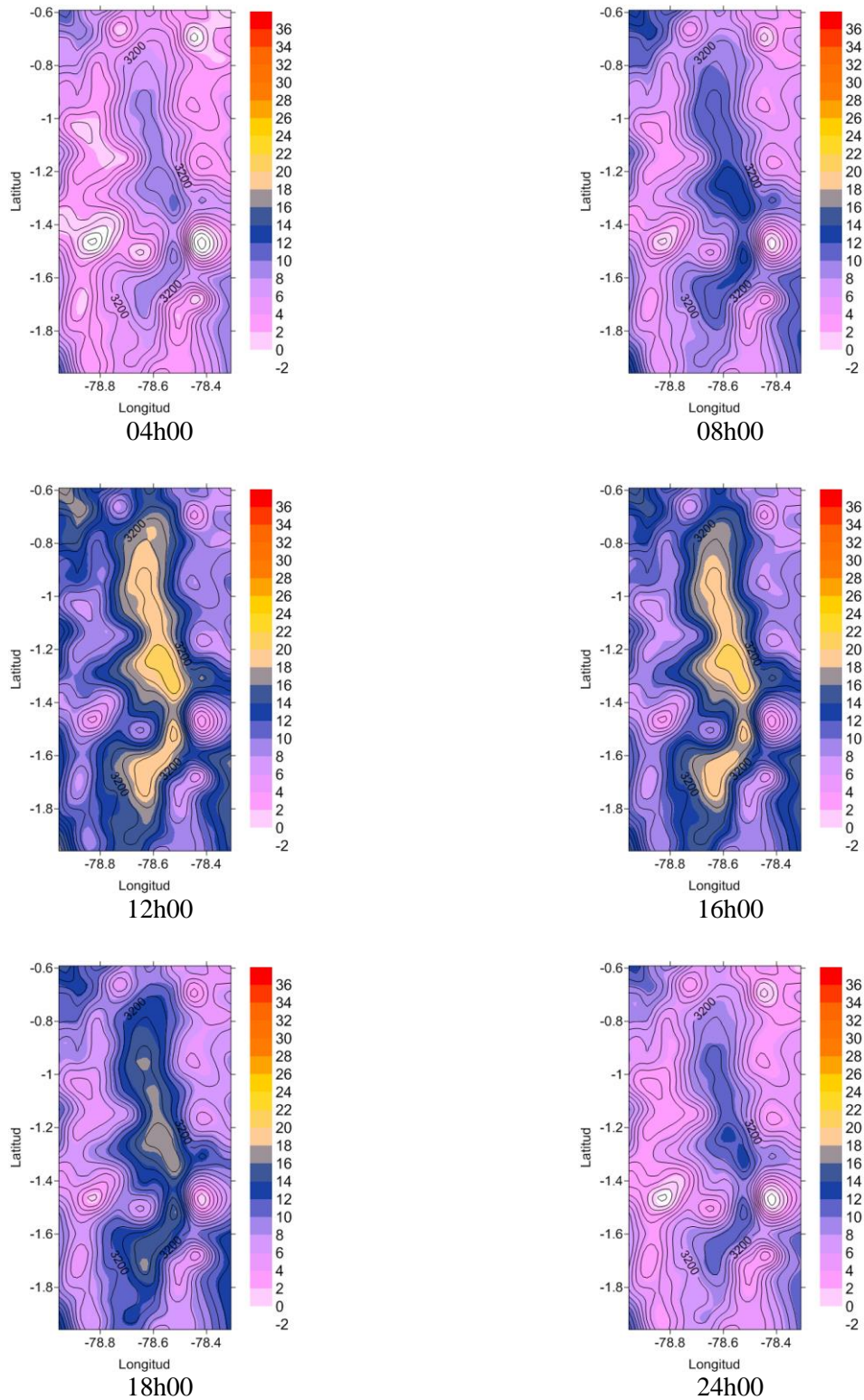


Figura 21: Mapas horarios promedio de temperatura en superficie (°C) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga.

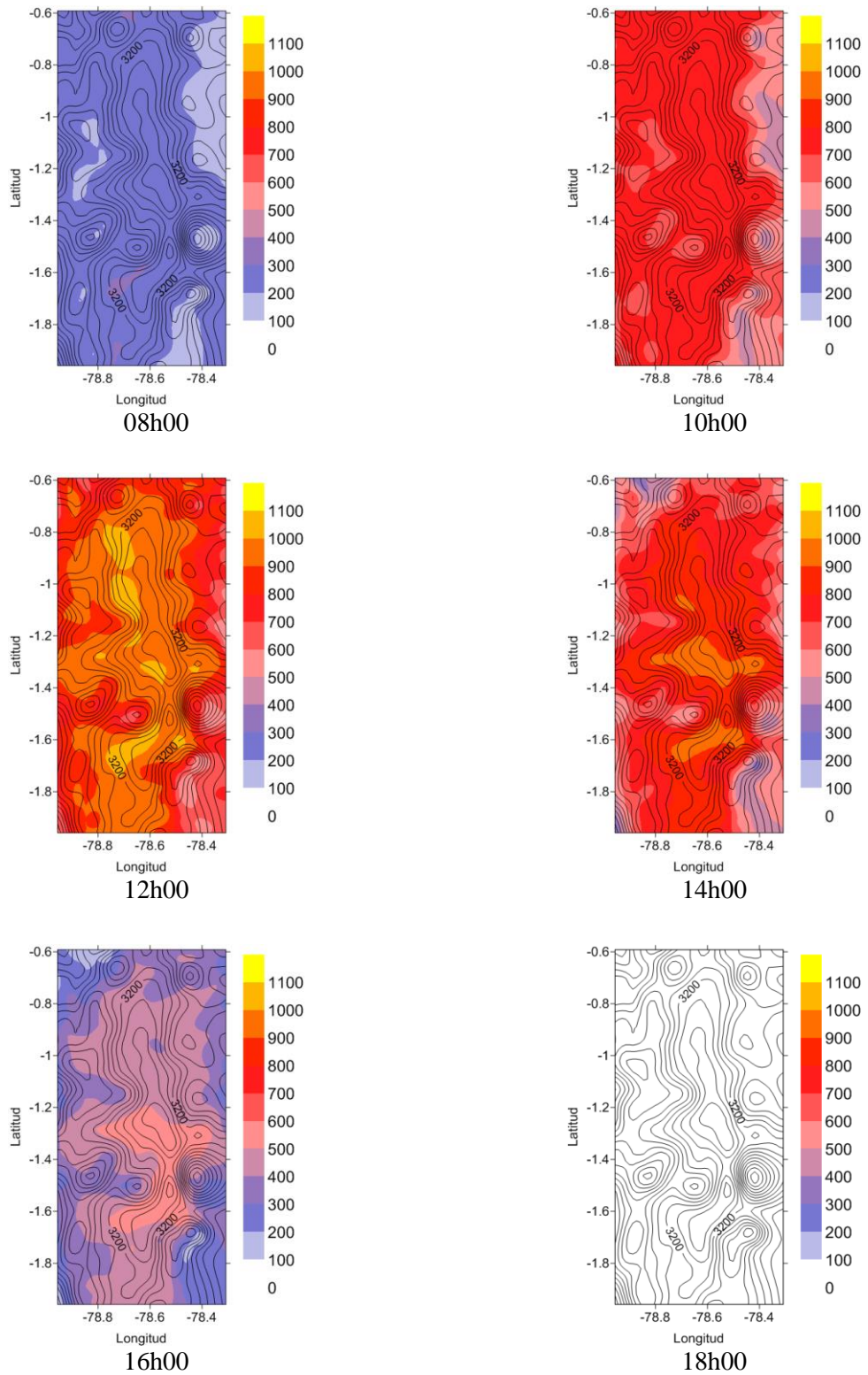


Figura 22: Mapas horarios promedio de radiación solar global en superficie (W/m²) del año 2010. Dominio de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga.

Para definir los factores de emisión, se identificaron las principales especies vegetales para las categorías de uso del suelo de cada malla de emisiones. Actualmente en el Ecuador no hay información de la capacidad emisora de las especies vegetales, establecida mediante campañas de medida. Por ello se utilizan factores de emisión de la literatura internacional.

Hay un número importante de especies vegetales propias del Ecuador, de las que no se conocen sus factores de emisión. La mayor parte de la información disponible internacionalmente proviene de la literatura norteamericana o europea. La determinación in-situ de los factores de emisión es prioritaria para disminuir los niveles de incertidumbre de la estimación de las emisiones de la vegetación en el Ecuador.

Los factores de emisión seleccionados de la literatura fueron promediados para asignar este valor a la correspondiente categoría de uso de suelo.

7. Térmicas y autoprodutores

Durante el año 2010 la generación eléctrica en los dominios de emisiones, en base al consumo de combustibles; se efectuó en 3 centrales térmicas y 4 centros autoprodutores.

Las tablas 7 y 8 indican el consumo de combustible y el tipo de central, en los centros de generación de la Figura 1.

Tabla 7: Consumo de combustibles en las centrales térmicas durante el año 2010 (galones a⁻¹). (CONELEC, 2011)

Central	Cantón	Unidad	Tipo	Diesel 2	Fuel oil	Residuo
Celec Termoesmeraldas	Esmeraldas		Turbina de vapor	87 790	30 732 030	
Celec La Propicia	Esmeraldas	U1	Motor de combustión interna	189 930		824 530
Celec La Propicia	Esmeraldas	U3	Motor de combustión interna	129 640		54 020
Celec Miraflores	Manta	TG1	Turbina de gas	7 960 910		
Celec Miraflores	Manta	10	Motor de combustión interna	246 130		
Celec Miraflores	Manta	11	Motor de combustión interna	128 760		
Celec Miraflores	Manta	12	Motor de combustión interna	1 429 650		
Celec Miraflores	Manta	13	Motor de combustión interna	63 430		
Celec Miraflores	Manta	14	Motor de combustión interna	160 930		
Celec Miraflores	Manta	16	Motor de combustión interna	323 850		
Celec Miraflores	Manta	18	Motor de combustión interna	327 990		
Celec Miraflores	Manta	22	Motor de combustión interna	12 170		
Celec Miraflores	Manta	8	Motor de combustión interna	99 470		
Total				11 160 650	30 732 030	878 550

Tabla 8: Consumo de combustibles en centros autogeneradores durante el año 2010. (CONELEC, 2011)

Central	Cantón	Tipo	Diesel 2 (galones a ⁻¹)	Bagazo (t a ⁻¹)	
OCP Terminal Marítimo	Esmeraldas	Motor de combustión interna	41 150	302	
Ecoelectric	Milagro	Turbina de vapor		370	
Lafarge	Otavalo	Motor de combustión interna	1 135 890		
San Carlos	Marcelino	Turbina de vapor,		224	
	Maridueña	cogeneración		740	
				527	
Total				1 177 040	110

Los factores de emisión seleccionados de la base de factores de emisión AP 42 de la USEPA (2012) y del IPCC (1996), para la generación de electricidad a base de diesel 2 (*distillate oil*) y fuel oil o residuo (*residual oil*), en motores de combustión interna.

Las emisiones anuales para los motores de combustión interna, se calculan mediante el modelo de la Ecuación 10:

$$E_j^i = FE_j^k \cdot \text{ConCOM}_k / 1000 \quad 10$$

Parámetro:

- i: central térmica
j: contaminante
k: combustible

Término:

E_j^i : emisión anual del contaminante j producido por la central térmica i ($t a^{-1}$).

Datos:

- FE_j^k : factor de emisión del contaminante j por consumo del combustible k ($kg TJ^{-1}$).
 $ConCOM_k$: consumo de combustible k ($TJ a^{-1}$)

8. Disolventes

El uso de disolventes de origen orgánico es una fuente importante de COV. Las actividades más importantes incluyen la aplicación de pintura, el uso de gomas y adhesivos, productos de higiene, y el uso de disolventes como limpiadores tanto en los ámbitos doméstico, comercial, de servicios y en la industria.

Los pigmentos que proporcionan el color a las superficies, suelen aplicarse diluidos en disolventes orgánicos. Luego de la aplicación de la pintura, el solvente se evapora. Ocurre lo mismo con la aplicación de resinas (lacas y barnices).

En el ámbito doméstico, los disolventes orgánicos se utilizan ampliamente en productos de limpieza del hogar, cosméticos, o de mantenimiento de vehículos.

En el sector industrial, el uso de disolventes se relaciona con el desengrase de metales, el lavado en seco, así como en procesos de manufactura como productos farmacéuticos, pinturas, tintas, adhesivos y textiles.

Los factores de emisión se definieron los factores de emisión de COV debidos al uso de disolventes en el ámbito doméstico – comercial e industrial, tomando como base los factores de emisión utilizados para el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2004 (SMACM, 2004). Los factores de emisión de las Tablas 107 y 108 se establecieron mediante la relación numérica del producto interno bruto per cápita del año 2010 del Ecuador, establecido en US\$ 4082, de acuerdo a la previsión anual de indicadores per cápita del Banco Central; al producto interno bruto de México al año 2004 (US\$ 7310). Esta relación (0.56) se multiplica por los factores de emisión de la Zona Metropolitana de México.

La emisión anual se estima mediante la Ecuación 11:

$$E_j = Pobl.FE_j / 1000 \quad 11$$

Parámetro:

- j: ámbito, doméstico – comercial o industrial

Término:

E_j : emisión anual de COV debido al uso de disolventes en el ámbito j. Se expresa

en $t a^{-1}$.

Datos:

Pob: Población

FE_j: factor de emisión per cápita debido a la actividad j. Se expresa en $kg \text{ habitante}^{-1} a^{-1}$.

La población cantonal al año 2010, se indica en la Tabla 9, de acuerdo a la información del censo de población de vivienda del Ecuador para el año 2010, que proporciona el Instituto Nacional de de Estadísticas y Censos (INEC, 2012).

Tabla 9: Población cantonal al año 2010 (INEC, 2012)

Cantón	Población
Esmeraldas	189 504
Ibarra	181 175
Santo Domingo	368 013
Manta	226 477
Portoviejo	280 029
Milagro	166 634
Riobamba	225 741
Ambato	329 856
Latacunga	170 489

9. Gasolineras

La distribución, almacenamiento y venta de combustibles, especialmente de gasolina, produce que una parte de los compuestos más volátiles se evaporen hacia la atmósfera, constituyendo una fuente importante de COV. Las emisiones se relacionan directamente con los volúmenes de distribución desde centros de acopio y con la venta en gasolineras.

Los volúmenes de venta de combustibles en los nueve cantones, durante el año 2010, fueron proporcionados por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Las emisiones de COV provienen casi exclusivamente de la venta de gasolina. La manipulación y venta de diesel tiene un aporte despreciable.

Se seleccionaron los factores de emisión por almacenamiento en reservas, expansión térmica, derrames y venta de gasolina. Estos factores provienen de la USEPA (2004).

Para los grandes centros de acopio, en la literatura se asignan factores de emisión similares a los de distribución y manipuleo masivo de petróleo y otros combustibles. Se asignan valores pequeños a los factores por la provisión masiva de diesel.

La emisión anual se estima mediante la Ecuación 12:

$$E_j = 3.78 * Ven_k . FE_j / 1000000000 \quad 12$$

Parámetro:

j: tipo de combustible; gasolina extra, gasolina súper o diesel 2
k: gasolinera

Término:

E_j: emisión anual de COV debido a la venta o distribución del combustible j, (t a⁻¹).

Datos:

Ven_k: Venta o distribución del combustible j en la gasolinera k, (galones a⁻¹).
FE_j: factor de emisión de COV debido a la venta o distribución del combustible j. (mg L⁻¹).

10. GLP doméstico

En el ámbito doméstico, el combustible de uso generalizado en el Ecuador es el GLP, que se suministra en cilindros metálicos de 15 kg principalmente.

La información del consumo de GLP doméstico durante el año 2010, fue proporcionada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

El GLP se compone por una combinación de propano (70%) y butano (30%). Mediante la combinación ponderada de los factores de emisión para el butano y propano, proporcionados por la USEPA.

Las emisiones anuales se calculan mediante el modelo de la Ecuación 13:

$$E_j = FE_j . ConGLP / 1000000 \quad 13$$

Parámetro:

j: contaminante

Término:

E_j : emisión anual del contaminante j producido por el centro i (t/a).

Datos:

FE_j : factor de emisión del contaminante j ($g\ kg^{-1}$).

ConGLP: consumo de GLP ($kg\ a^{-1}$).

11. Canteras

La extracción de materiales de construcción se asocia con emisiones, especialmente de material particulado.

Los volúmenes de extracción en las canteras fueron proporcionados por la Agencia de Control y Regulación Minero (Arcom) y las municipalidades.

Para la definición de los factores de emisión de PM_{10} por la explotación de materiales de construcción, se seleccionaron componentes de la base de datos AP-42 de factores de la USEPA, que corresponden a las actividades de tamizado, apilado, almacenamiento y transferencia para transporte.

Las emisiones anuales de PM_{10} se calculan mediante el modelo de la Ecuación 14:

$$E^k = FE \cdot Ext / 1000 \quad 14$$

Parámetro:

k: cantera

Término:

E^k : emisión anual de PM_{10} de la cantera k. ($t\ a^{-1}$).

Datos:

FE: factor de emisión de PM_{10} ($kg\ t^{-1}$).

Ext: cantidad de extracción ($t\ a^{-1}$).

12. Erosión eólica

El viento puede ocasionar la resuspensión de material particulado, especialmente en zonas con poca o escasa vegetación, con humedades bajas y cuando la velocidad del viento es suficiente para generar flujos turbulentos.

Se seleccionaron las celdas con suelo desnudo o con poca vegetación y en donde se pueden alcanzar niveles suficientes de velocidad del viento para que se presente la resuspensión de material particulado. El modelo que se describe se aplica para las celdas con categorías de áreas erosionadas, afloramiento rocoso – mina – grava, páramo y bancos de arena.

La velocidad umbral de fricción (*threshold friction velocity*) corresponde a la velocidad de viento que genera suficiente esfuerzo cortante para producir resuspensión. Se estima la velocidad de fricción realmente existente, por medio de la Ecuación 15:

$$U_* = \frac{0.4 * U_{1000}}{\ln\left(\frac{1000}{Z_0}\right)} \quad 15$$

Siendo:

U_* : velocidad de fricción ($m s^{-1}$).

Datos:

U_{1000} : velocidad del viento a 1000 cm (10 m) de la superficie ($m s^{-1}$).

Si U_* es mayor que la velocidad umbral de fricción, se produce erosión eólica.

Las emisiones horarias de PM_{10} de un determinado día se estiman por medio de la Ecuación 16:

$$E_h^k = FE \cdot Area \quad 16$$

Parámetro:

k: celda del dominio

h: hora del día (1, 2, 3,24)

Término:

E_h^k : emisión horaria de PM_{10} en la celda k ($g h^{-1}$).

Datos:

FE: flujo de emisión de PM_{10} ($g m^{-2} h^{-1}$).

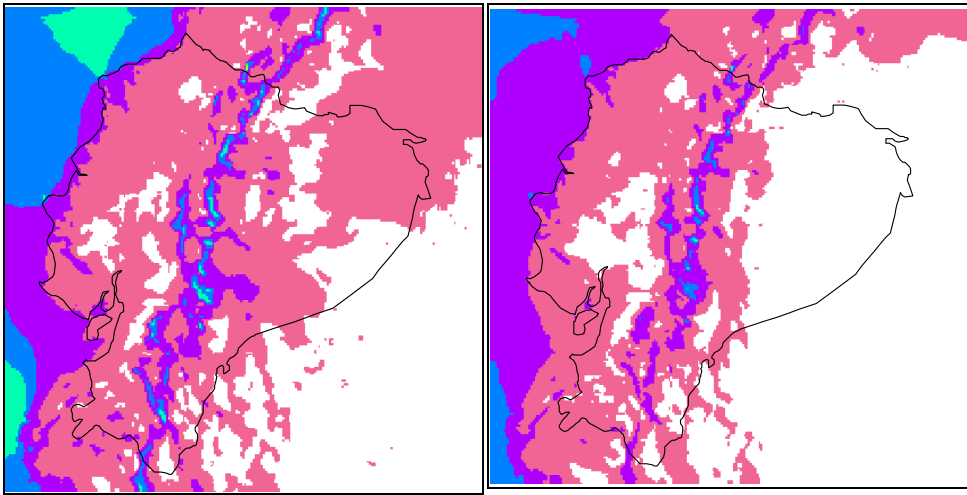
Área: área de la celda del dominio de emisiones (860 440 m²).

Para estimar la velocidad de fricción, se prepararon mapas mensuales del viento a 10 m de la superficie para todo el año 2010.

Se aplicó el modelo meteorológico WRF versión 3.2 (WRF, 2012), para los dominios de emisiones, según el método indicado en la sección de emisiones de la Vegetación.

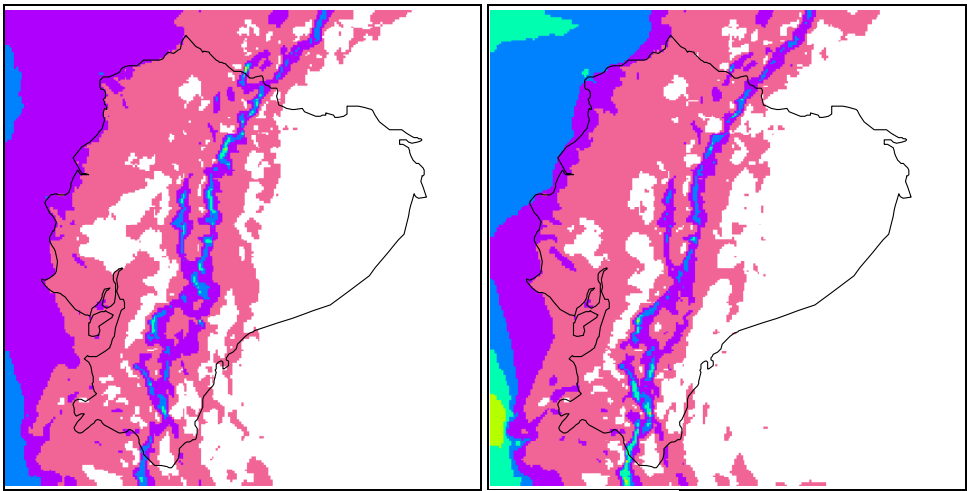
Se obtuvieron mapas horarios para el día promedio de cada mes, de la velocidad del viento a una altura de 10 m sobre la superficie.

Las Figuras 23 y 24 indican los mapas de velocidad media del viento en superficie por mes, obtenidos mediante simulación numérica, para todo el Ecuador.



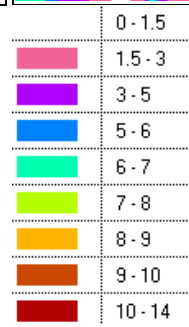
Ene

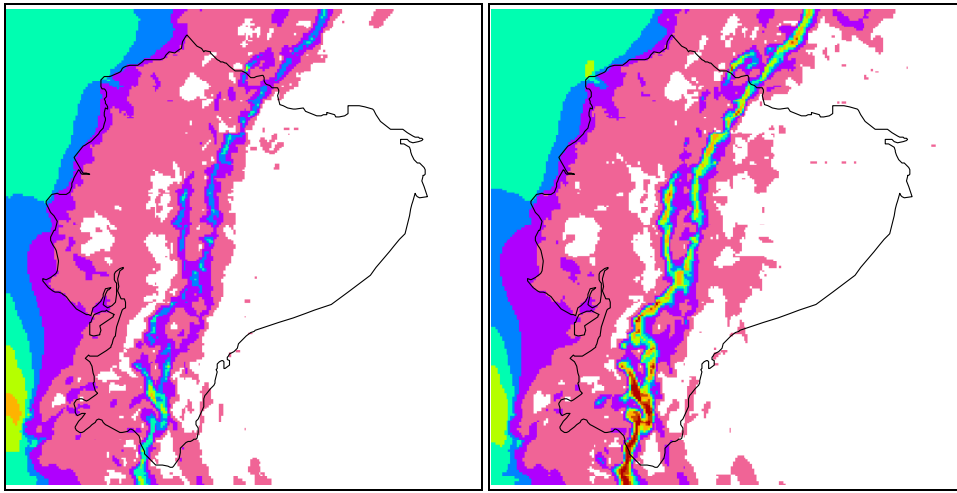
Feb



Mar

Abr

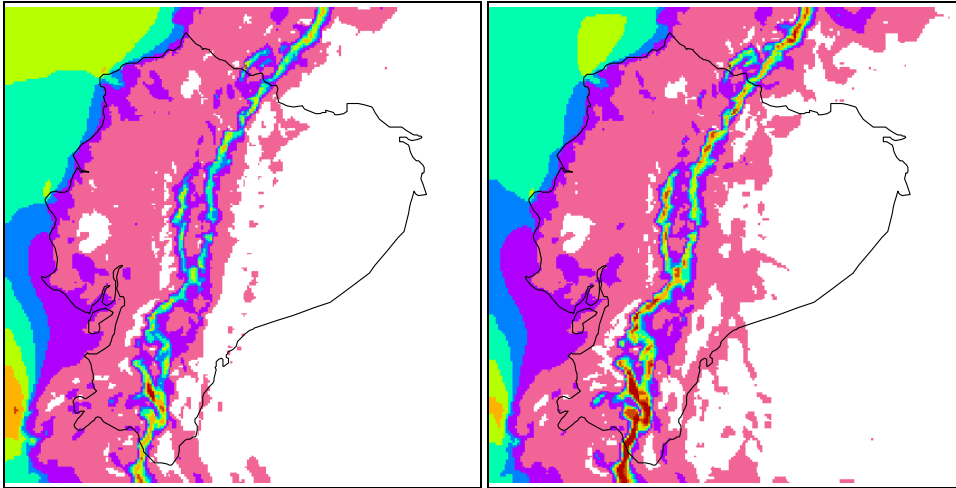




May

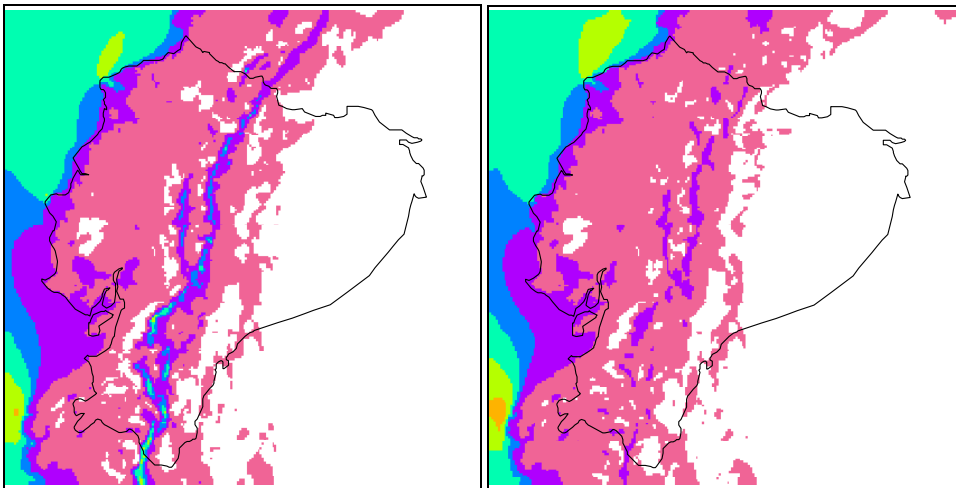
Jun

Figura 23: Mapas de velocidad media del viento en superficie (m/s) para el año 2010. Enero – Junio. Ecuador.



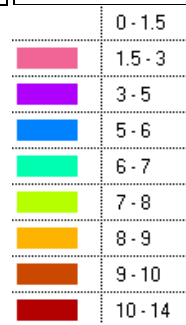
Jul

Ago



Sep

Oct



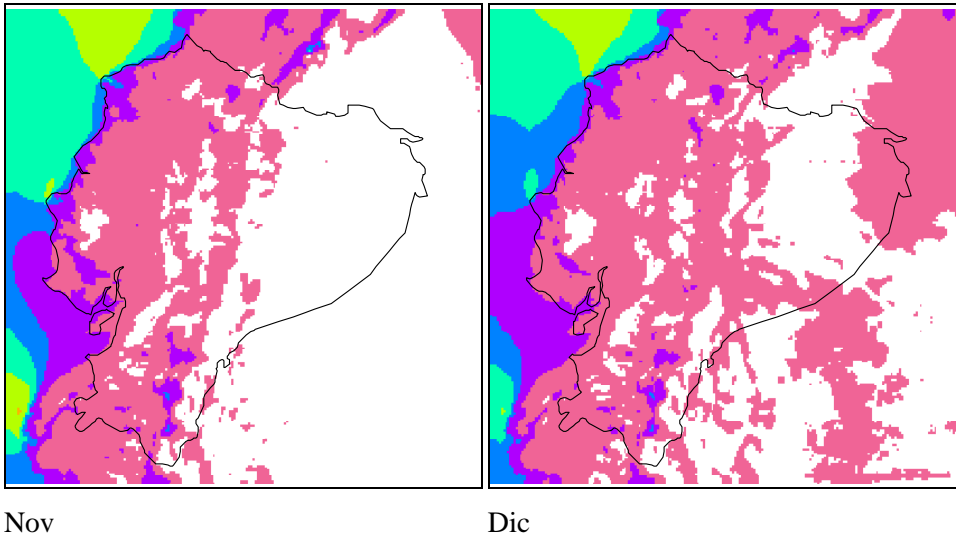


Figura 24: Mapas de velocidad media del viento en superficie (m/s) para el año 2010. Julio – Diciembre. Ecuador.

13. Rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios reciben a perpetuidad los residuos sólidos. Al interior de los mismos se desarrollan procesos y reacciones de tipo físico, químico y biológico; que, entre otros efectos, dan lugar a la generación de emisiones o vertidos de tipo líquido y/o gaseoso.

En relación con las emisiones atmosféricas, se generan ciertos gases cuyo interés ambiental es variado, ya sea por su contribución al efecto invernadero, la generación de malos olores, el potencial riesgo de explosión o peligro para la salud pública.

La estabilización anaerobia de la materia orgánica biodegradable de los residuos al interior de un relleno sanitario, produce el denominado gas de relleno sanitario, formado principalmente por CH₄ y CO₂.

Este gas incorpora pequeños porcentajes de COV, entre los que se incluyen a varios contaminantes peligrosos del aire (DEQ, 2007).

La disposición de residuos sólidos en rellenos incontrolados, con la exposición de los residuos al aire, es decir sin su cobertura sistemática; produce principalmente CO₂ y agua.

De la información proporcionada por las municipalidades y el MAE, hasta el año 2010, operaron rellenos sanitarios en Ibarra, Santo Domingo, Milagro, Ambato y Latacunga.

En los demás cantones considerados para el inventario, hasta el año 2010, existían solamente botaderos a cielo abierto.

Se estableció inicialmente la fracción de carbón orgánico degradable (COD), mediante la Ecuación 17 (IPCC, 1996):

$$\text{COD} = 0.4(\text{A}) + 0.17(\text{B}) + 0.15(\text{C}) + 0.30(\text{D}) \quad 17$$

Siendo:

- COD: fracción de carbono orgánico degradable
 A: porcentaje de papel y textiles de los residuos
 B: porcentaje de residuos de jardín y otros residuos orgánicos biodegradables que no sean alimentos
 C: porcentaje que corresponde a restos de alimentos
 D: porcentaje que corresponde a restos de madera o paja

Una vez determinada COD, se establece el potencial de generación de CH₄ (Lo), mediante la Ecuación 18 (IPCC, 1996)

$$Lo = \left[FCM \cdot COD \cdot CODf \times F \times \frac{16}{12} \right] \quad 18$$

Siendo:

- Lo: potencial de generación de CH₄ (Gg CH₄ Gg⁻¹ residuo)
 FCM: factor de corrección de producción de CH₄. El máximo valor de este factor (1), se asigna a rellenos que son gestionados de manera correcta (IPCC, 1996).
 CODf: fracción de COD que se transforma en sustrato para la producción de gases de efecto invernadero. Se asigna 0.77, según lo recomienda el IPCC (1996).
 F: fracción del volumen de CH₄, en los gases generados. Se asigna un valor de 0.55 como fracción probable (Tchobanoglous, 1994), que es coherente con el rango de 0.4 – 0.6, indicado por el IPCC (1996).
 16/12: factor de conversión de C a CH₄.

La información de la composición de los residuos fue proporcionada por el MAE.

14. Ladrilleras y caleras

En los cantones Ibarra, Latacunga y Milagro, la fabricación de ladrillos de manera artesanal contribuye con la emisión de contaminante del aire. En el Cantón Riobamba, la fabricación de cal de manera artesanal, en las denominadas caleras; también es una fuente de emisión.

Las ladrilleras artesanales utilizan leña como combustible principal. Las caleras artesanales utilizan como combustible para el craqueo de la caliza, aceite (lubricante) usado de automotores.

La información de la producción fue proporcionada por las propias municipalidades.

Los factores de emisión para las ladrilleras se definieron por medio de los valores propuestos por la USEPA (2004) y de la EEA (2007), para la quema de madera.

Para la combustión de aceite usado se seleccionaron los factores de emisión de la USEPA (2004).

Tabla 10: Factores de emisión (lb/1000 galones) debido a la combustión de aceite automotor

Las emisiones anuales para las ladrilleras artesanales se estiman mediante la Ecuación 19:

$$E_i = C_{bio} \cdot FE_i / 1000 \quad 19$$

Parámetro:

i: contaminante

Término:

E_i : emisión anual del contaminante i. Se expresa en $t a^{-1}$.

Datos:

Cbio: consumo de leña ($m^3 a^{-1}$)

FE_i : factor de emisión del contaminante i. Se expresa en $kg m^{-3}$.

Para estimar las emisiones por combustión de las caleras, se utiliza un modelo con estructura similar al indicado para las ladrilleras artesanales.

15. Industrias

Las actividades industriales contribuyen con los problemas de la contaminación del aire. El nivel de actividad industrial; y por tanto sus emisiones, aumentan proporcionalmente con el crecimiento de la actividad económica.

En el sector industrial, se distinguen dos grupos de emisión: 1) las debidas al aprovechamiento energético de combustibles, y 2) las relacionadas con los propios procesos de producción.

Las emisiones anuales de combustión se calculan mediante el modelo de la Ecuación 20:

$$E_j = FE_j \cdot Con / 1000000 \quad 20$$

Parámetro:

j: contaminante

Término:

E_j : emisión anual del contaminante j ($t a^{-1}$).

Datos:

FE_j : factor de emisión del contaminante j ($g m^{-3}$).

Con: consumo de combustible ($m^3 a^{-1}$).

Los factores de emisión provienen fundamentalmente de la USEPA (2004) y del IPCC (2006).

En el Cantón Esmeraldas se destaca una refinería, cuyo funcionamiento implica altos consumos energéticos, y la generación de emisiones atmosféricas. De acuerdo a la información proporcionada por Ep-Petrocomercial, en el año 2010, la refinería de Esmeraldas procesó 4 660 466 m^3 de crudo.

En la malla de emisiones del Cantón Ibarra se destaca la fábrica de cemento Lafarge, y la industria Iancen, que presenta un consumo 100 000 t de bagazo en sus procesos de combustión.

En el Cantón Santo Domingo se destacan varias extractoras de aceite de palma africana.

En el Cantón Manta se destacan varias industrias de procesamiento de alimentos, especialmente relacionadas con productos del mar y aceites.

En el Cantón Milagro se destacan el Ingenio Valdez (producción de azúcar cogeneración mediante residuos de caña de azúcar) y Codaza (producción de alcohol etílico)

En el Cantón Riobamba se destaca Cementos Chimborazo y Ecuacerámica.

En el Cantón Ambato se destacan industrias relacionadas con el curtido de cuero, carrocerías metálicas y fábricas de muebles.

En Latacunga se destaca el consumo energético de Cedal, Aglomerados Cotopaxi, Novacero, Familia Sancela, Nintangá S.A. y Provefrut..

16. Tráfico aéreo

Entre las fuentes de emisión móviles, se incluye al tráfico aéreo. Las emisiones gaseosas de esta fuente se producen principalmente por el uso del combustible en los motores y turbinas de las aeronaves.

Durante el año 2010, y de acuerdo a la información de la DGAC, hubo actividad en los aeropuertos de Esmeraldas, Manta y Portoviejo.

Se diferencian dos componentes en las operaciones de las aeronaves (EEA, 2009) (Figura 25):

- El ciclo *Landing/Take-off (LTO-cycle)*, que incluye todas las actividades que ocurren dentro de la capa de mezcla. Se puede considerar pragmáticamente una altura de 1000 m.
- La etapa de crucero (*Cruise*), que comprende las actividades que se desarrollan sobre los 1000 m.

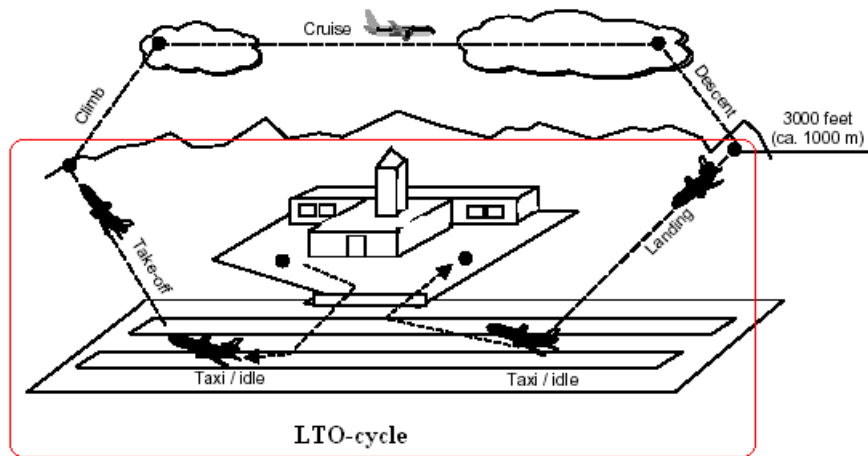


Figura 25: Componentes considerados en la estimación de las emisiones atmosféricas provenientes del tráfico aéreo

La información de los niveles de operación fue proporcionada por la DGAC.

Los factores de emisión provienen fundamentalmente de la EEA (2009) y del IPCC (2006).

Se estiman las emisiones del ciclo LTO, que abarcan la emisión de contaminantes dentro de la capa de mezcla, y que por tanto tienen relación directa o son los que más interesan para la calidad del aire.

El modelo utilizado se basa en la aplicación de la Ecuación 21:

$$E_{ij} = \frac{OPR_j \cdot FE_{ij} \cdot Part_j}{1000} \quad 21$$

Parámetros:

i: contaminante
j: tipo de avión

Término:

E_{ij} (anual): emisión anual del contaminante i, a causa del avión tipo j. Se expresa en $t a^{-1}$.

Datos:

OPR_j : operaciones al año del avión tipo j (ciclos LTO).

FE_{ij} : factor de emisión del contaminante i debido a un ciclo LTO del avión tipo j. Se expresa en $kg LTO^{-1}$.

17. Emisiones

17.1 Esmeraldas

La Tabla 11 presenta los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Esmeraldas.

Las emisiones de NO_x ascienden a 3920 t a^{-1} , de los cuales un 48.1 % se atribuye al tráfico vehicular, 34.2 % a las industrias; y 15.8 % a las térmicas.

Las emisiones de CO ascienden a 8512 t a^{-1} , correspondiendo el 91.2 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 4969 t a^{-1} , correspondiendo el 50.1 % a las industrias, el 24% al tráfico vehicular; y el 19.2 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a $13\,797 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 77.3 % a las industrias, y el 21.4 % a las térmicas.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 492 t a^{-1} , correspondiendo el 67.1 % a las industrias, 25.7 % al tráfico vehicular y 6.8 % a las térmicas.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 350 t a^{-1} , correspondiendo el 61.5 % a las industrias, el 29.1 % al tráfico vehicular, y 6.8 % a las térmicas.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 1119.1 kt a^{-1} . De este valor, el 53.8 % corresponde a las industrias, 28.1 % a las térmicas y 15.1 % al tráfico vehicular. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Esmeraldas al año 2010, para una población de 189 504 habitantes, asciende a $5.91 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 11: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Esmeraldas durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O					
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%				
Tráfico vehicular	1886.7	48.1	7764.0	91.2	1191.9	24.0	171.3	1.2	126.6	25.7	102.0	29.1	168	612.0	15.1	42.1	0.0	14.2	41.3			
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	89.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Industrias	1338.9	34.2	508.5	6.0	2490.2	50.1	10	664.4	77.3	330.0	67.1	215.7	61.5	602	206.1	53.8	156	710.0	100.0	14.6	42.4	
Térmicas	619.1	15.8	143.0	1.7	30.5	0.6	2952.4	21.4	33.2	6.8	30.8	8.8	314	041.2	28.1	0.9	0.0	3.7	10.7			
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	955.5	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	202.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
GLP doméstico	22.4	0.6	3.5	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.5	0.3	1.5	0.4	20	549.6	1.8	0.3	0.0	1.4	4.1			
Tráfico aéreo	52.6	1.3	92.7	1.1	8.6	0.2	8.7	0.0	0.5	0.1	0.5	0.0	13	716.3	1.2	1.0	0.0	0.5	1.5			
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	3920	100	8512	100	4969	100	13	797	100	492	100	350	100	1	119	125	100	156	754	100	34	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 5048.2 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 26.6 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

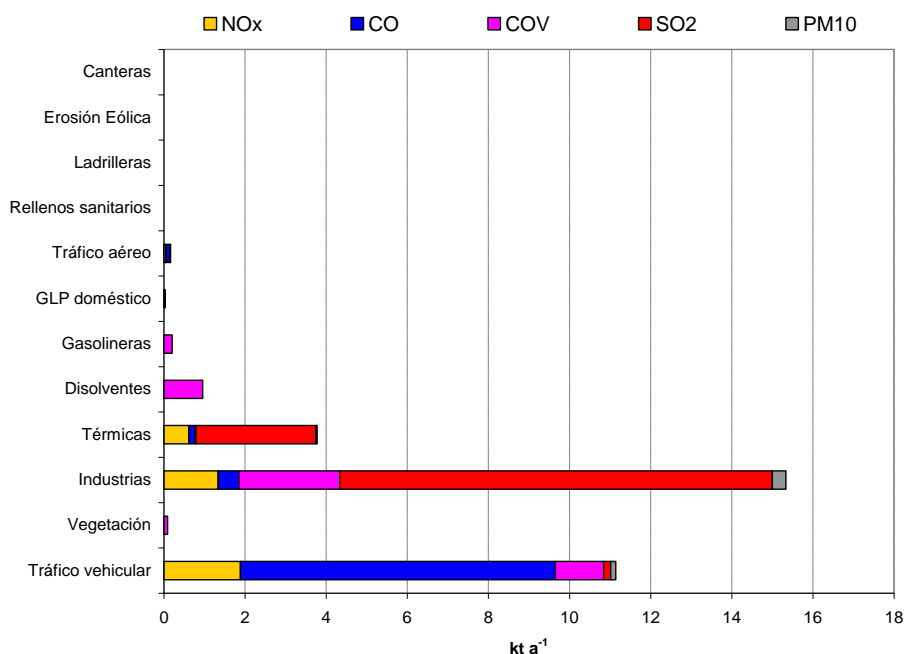
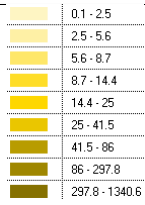
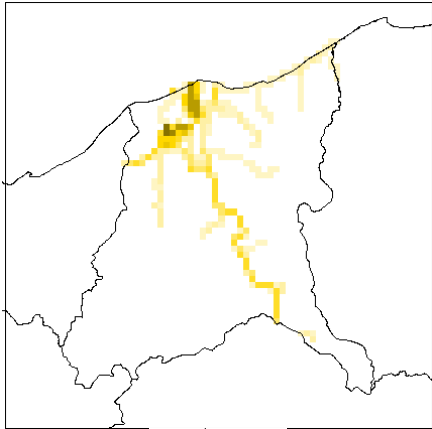


Figura 26: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Esmeraldas durante el año 2010

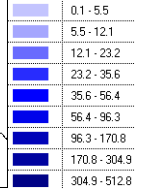
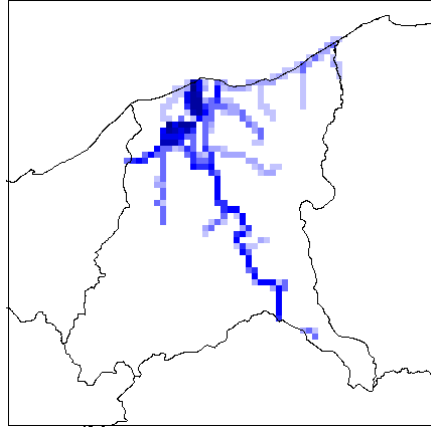
La Figura 26 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Esmeraldas. La Tabla 12 presenta el aporte de porcentual de las emisiones y la correspondiente evaluación de la incertidumbre.

Tabla 12: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Esmeraldas durante el año 2010

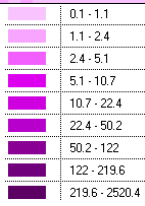
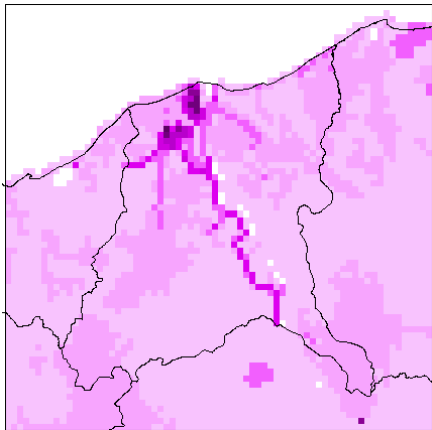
	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	0.8	3.6	1.6	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	1.1	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	1.8	8.3	3.1	0.0	0.3	0.2	0.9	0.0	3.4	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	0.2	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	0.7	3.8	0.9	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.7	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	1.8	7.3	1.4	0.1	0.3	0.3	1.5	0.0	4.9	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	0.5	2.3	0.4	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	1.2	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	0.6	2.9	0.6	0.0	0.1	0.1	0.5	0.0	1.2	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.3	1.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.9	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	2.6	9.4	1.3	0.1	0.5	0.4	1.4	0.0	6.8	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.3	2.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4	C	D	D
Motos, gas	0.9	27.3	6.4	0.1	0.5	0.4	1.4	0.0	7.0	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Jeep, die	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	0.9	0.8	0.6	0.1	0.9	1.1	0.9	0.0	1.5	C	C	C
Buses, die	20.7	10.8	3.8	0.3	8.5	9.8	2.5	0.0	4.3	C	D	D
Pesados, die	15.9	9.8	3.1	0.5	14.1	16.4	4.3	0.0	7.5	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	48.1	91.2	24.0	1.2	25.7	29.1	15.1	0.0	41.3			
Isopreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	34.2	6.0	50.1	77.3	67.1	61.5	53.8	100.0	42.4	B	D	C
Termoesmeraldas	7.1	0.8	0.1	20.7	2.8	3.3	26.9	0.0	10.5	B	B	B
La Propicia	8.4	0.8	0.5	0.7	3.9	5.4	1.2	0.0	0.2	B	D	C
OCP Terminal Marítimo	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal térmicas	15.8	1.7	0.6	21.4	6.8	8.8	28.1	0.0	10.7			
Doméstico	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Punto limpio	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal GLP doméstico	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	1.8	0.0	4.1	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	1.3	1.1	0.2	0.0	0.1	0.0	1.2	0.0	1.5	B	D	C
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			



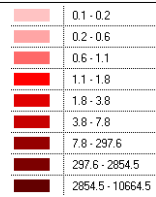
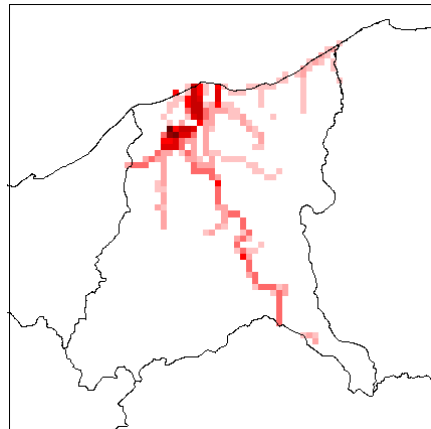
NO_x



CO



COV



SO₂

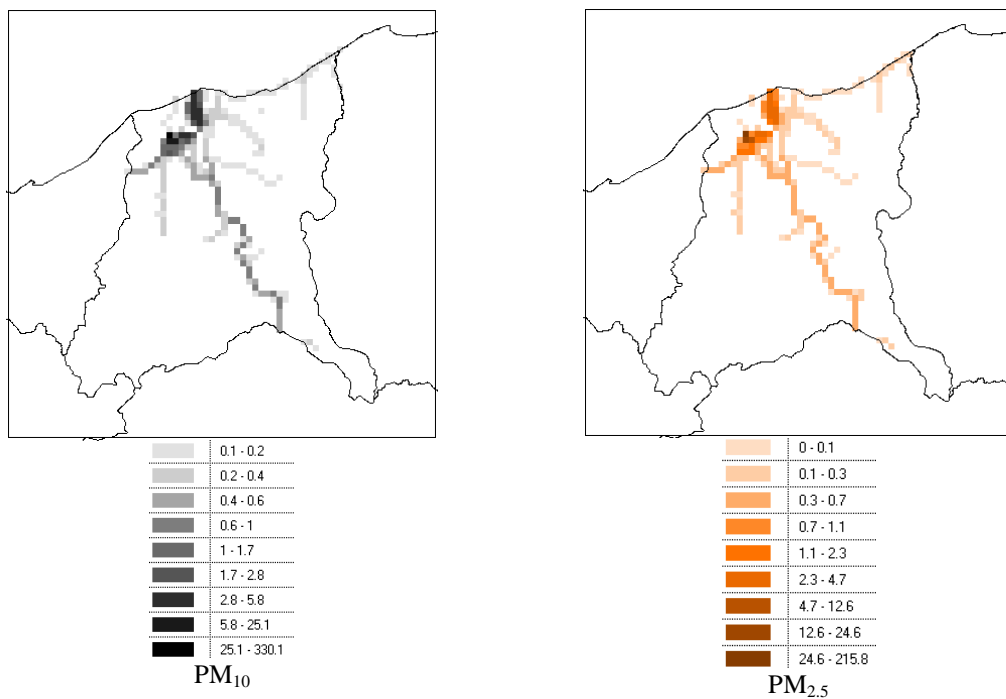


Figura 27: Mapa de emisiones de (t a⁻¹) en la malla de emisiones del Cantón Esmeraldas durante el año 2010

La Figura 27 presenta lo mapas de emisiones de contaminantes primarios en la malla de emisiones del Cantón Esmeraldas, durante el año 2010.

17.2 Ibarra

La Tabla 13 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Ibarra.

Las emisiones de NO_x ascienden a 2869 t a^{-1} , de los cuales un 96.6 % se atribuye al tráfico vehicular.

Las emisiones de CO ascienden a 9857 t a^{-1} , correspondiendo el 99.3 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 2708 t a^{-1} , correspondiendo el 58.7 al tráfico vehicular y el 33.7 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 260 t a^{-1} , correspondiendo el 97.3 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 1880 t a^{-1} , correspondiendo el 76.1 % a las industrias, 10.5 % al tráfico vehicular y 9.3 % a la erosión eólica.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 548 t a^{-1} , correspondiendo el 64.1 % a las industrias, y el 29.2 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 271.5 kt a^{-1} . No se incluyen las emisiones de los rellenos sanitarios, ni de la combustión de biomasa, según el criterio del IPCC que considera que las mismas no constituyen emisiones netas, ya que no se han formado a partir de carbono fósil. De este valor, el 87.7 % corresponde al tráfico vehicular y 11.3 % al uso de GLP doméstico. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Ibarra al año 2010, para una población de 181 175 habitantes, asciende a $1.5 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 13: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Ibarra durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O		
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	
Tráfico vehicular	2771.5	96.6	9791.3	99.3	1590.2	58.7	253.1	97.3	197.7	10.5	160.3	29.2	238	172.3	87.7	55.5	7.4	18.5	89.1
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	62.7	2.2	0.6	0.0	3.4	0.1	7.0	2.7	1431.3	76.1	351.2	64.1	2557.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	913.5	33.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	153.4	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	33.5	1.2	5.2	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.1	2.2	0.4	30	772.9	11.3	0.5	0.1	2.1	10.2
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1956.1	0.0	697.2	92.6	0.0	0.0	
Ladrilleras	1.2	0.0	59.4	0.6	12.9	0.5	0.1	0.0	8.5	0.5	8.4	1.5	1606.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	174.2	9.3	26.1	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.9	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total	2869	100	9857	100	2708	100	260	100	1880	100	548	100	271	503	100	753	100	21	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 296.5 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.64 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

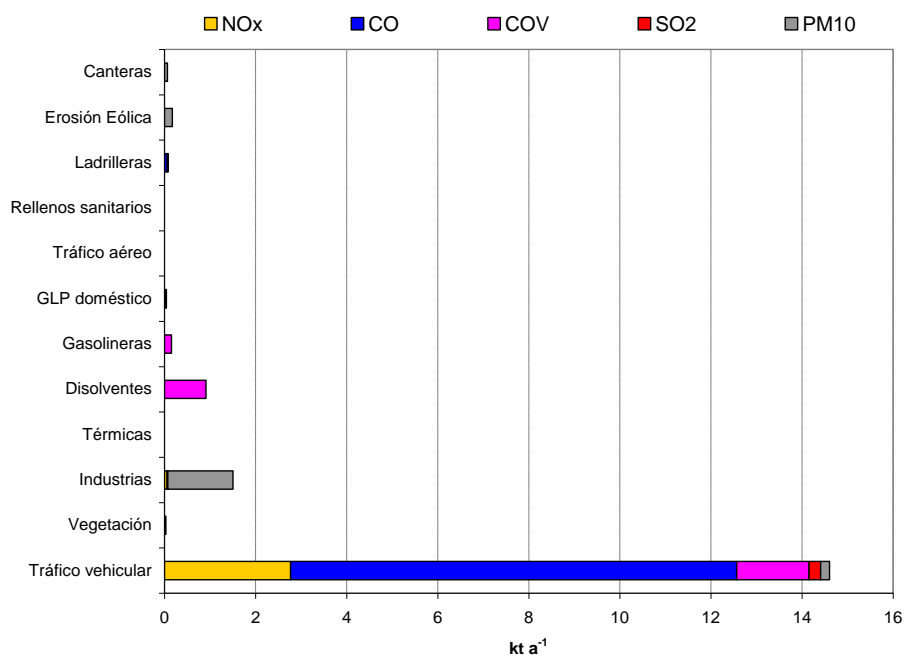


Figura 28: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Ibarra durante el año 2010

La Figura 28 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Ibarra. La Tabla 14 presenta el aporte de porcentual de las emisiones y la correspondiente evaluación de la incertidumbre.

Tabla 14: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Ibarra durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm ³	2.2	7.0	6.0	1.6	0.1	0.1	3.2	0.5	3.1	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm ³	6.8	22.1	14.9	5.4	0.2	0.4	9.9	1.6	14.7	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm ³	0.3	0.9	0.8	0.3	0.0	0.0	0.6	0.1	0.5	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm ³	0.3	0.9	0.4	0.2	0.0	0.0	0.4	0.1	0.4	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm ³	1.0	3.5	1.7	0.8	0.0	0.0	1.7	0.3	1.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm ³	3.9	10.0	4.0	4.9	0.1	0.3	9.2	1.5	13.4	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm ³	0.1	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm ³	1.9	4.9	1.9	2.0	0.1	0.1	3.4	0.6	5.7	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm ³	1.6	4.7	2.0	1.9	0.1	0.1	3.6	0.6	4.4	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm ³	1.4	3.3	1.0	1.3	0.1	0.1	2.2	0.4	4.2	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.7	3.1	0.8	0.5	0.0	0.1	1.0	0.2	1.1	C	D	D
Motos, gas	0.5	10.8	5.0	1.6	0.1	0.1	2.7	0.5	5.2	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	0.1	0.4	0.0	0.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	1.8	0.9	1.5	7.8	0.4	1.1	5.2	0.1	3.6	C	C	C
Buses, die	35.8	12.2	8.7	19.7	2.8	8.0	12.8	0.2	9.0	C	D	D
Pesados, die	38.2	14.5	9.8	48.4	6.6	18.7	31.2	0.6	22.1	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	96.6	99.3	58.7	97.3	10.5	29.2	87.7	7.4	89.1			
Isopreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	2.2	0.0	0.1	2.7	76.1	64.1	0.9	0.0	0.1	C	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	33.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal GLP doméstico	1.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	11.3	0.1	10.2	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	92.6	0.0	B	D	C
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.6	0.5	0.0	0.5	1.5	0.0	0.0	0.7	C	D	C
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	4.8	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

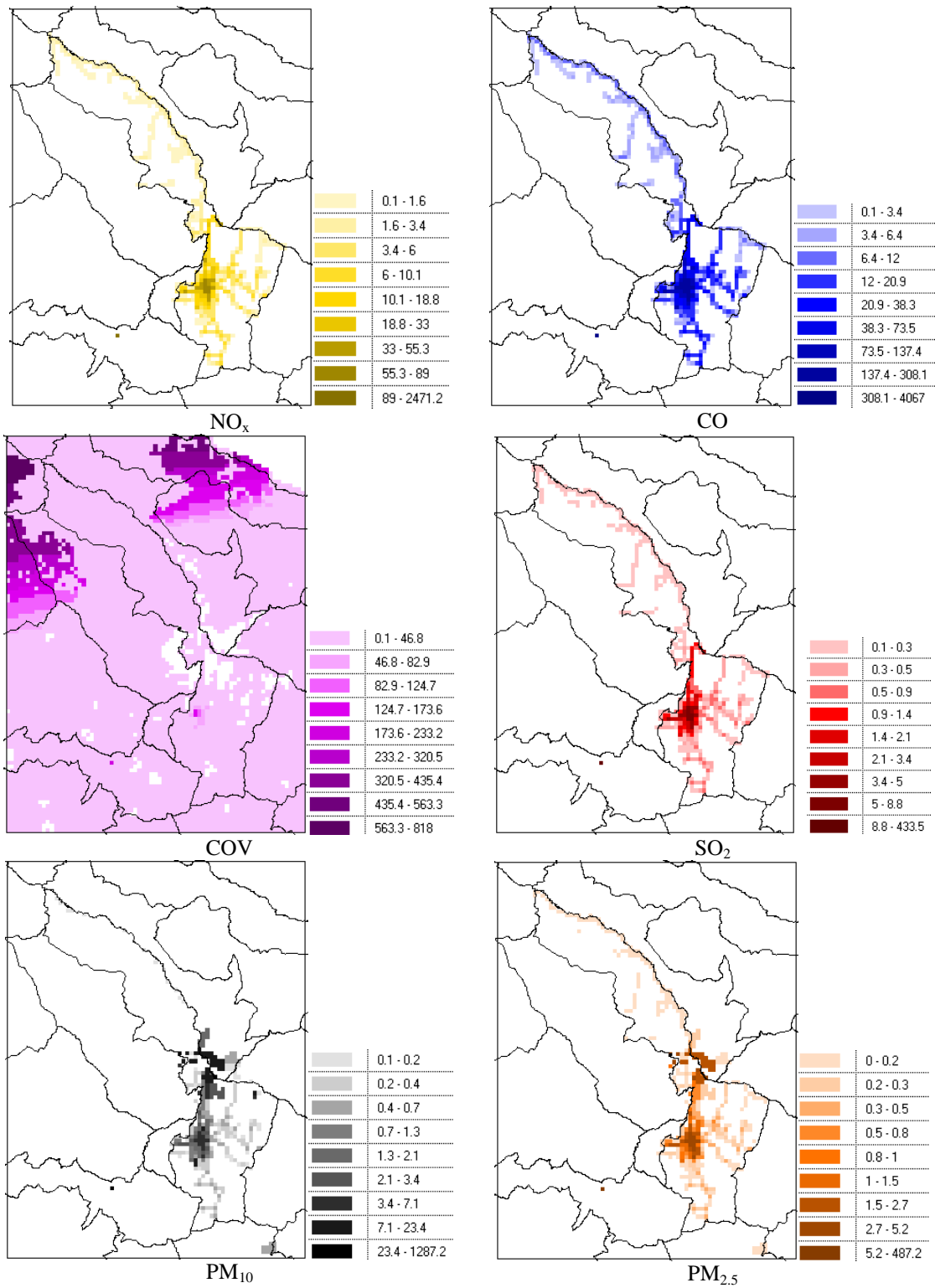


Figura 29: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones del Cantón Ibarra durante el año 2010

La Figura 29 presenta lo mapas de emisiones de contaminantes primarios en la malla de emisiones del Cantón Ibarra, durante el año 2010.

17.3 Santo Domingo

La Tabla 15 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Santo Domingo.

Las emisiones de NO_x ascienden a 5456 t a^{-1} , de los cuales el 99 % se atribuye al tráfico vehicular.

Las emisiones de CO ascienden a $18\,923 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 99.9 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 8807 t a^{-1} , correspondiendo el 38.7 de la vegetación, el 33.2 % al tráfico vehicular y el 21.1 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 599 t a^{-1} , correspondiendo el 90.3 % al tráfico vehicular y 9.7% a las industrias.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 457 t a^{-1} , correspondiendo el 95.3 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 373 t a^{-1} , correspondiendo el 95.1 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 512.8 kt a^{-1} . No se incluyen las emisiones de los rellenos sanitarios, ni de la combustión de biomasa, según el criterio del IPCC que considera que las mismas no constituyen emisiones netas, ya que no se han formado a partir de carbono fósil. De este valor, el 92.6 % corresponde al tráfico vehicular. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Santo Domingo al año 2010, para una población de 368 013 habitantes, asciende a $1.39 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 15: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Santo Domingo durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	5404.1	99.0	18 897.8	99.9	2928.3	33.2	540.3	90.3	435.2	95.3	355.2	95.1	475 018.9	92.6	95.8	13.6	34.3	92.9
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	3412.0	38.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	17.0	0.3	20.0	0.2	0.6	0.0	58.2	9.7	19.2	4.2	15.9	4.3	5680.7	1.1	0.8	0.1	0.4	1.2
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1855.5	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	605.8	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	35.0	0.6	5.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.5	2.3	0.6	32 094.2	6.3	0.5	0.1	2.2	6.0
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1707.9	0.0	608.8	86.2	0.0	0.0
Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	5456	100	18 923	100	8807	100	599	100	457	100	373	100	512 794	100	706	100	37	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 541.4 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.47 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

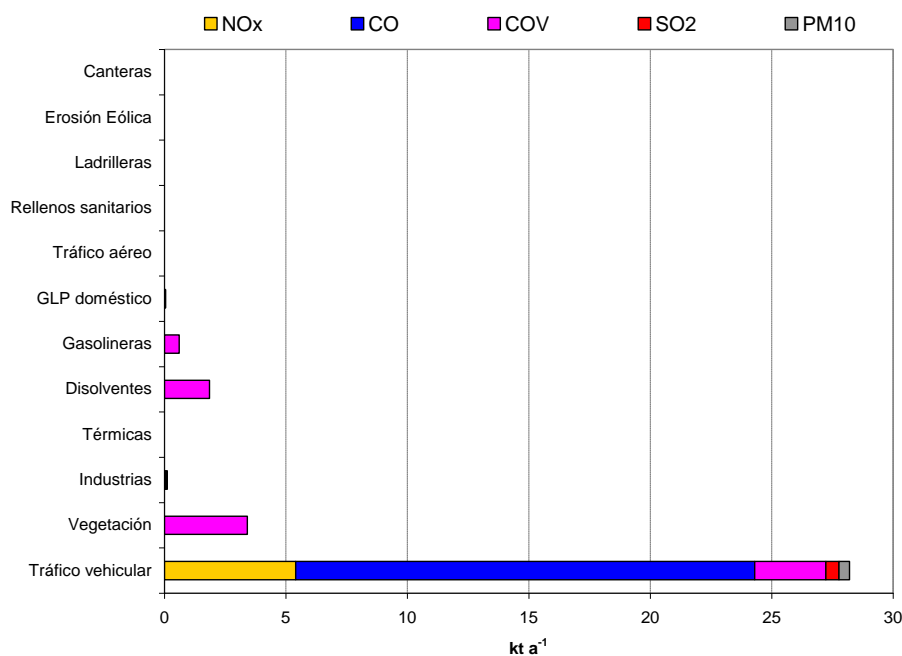
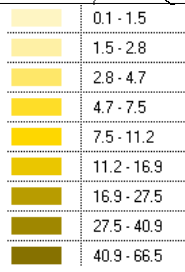
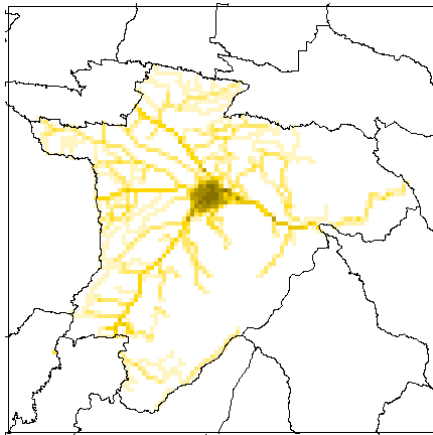


Figura 30: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Santo Domingo durante el año 2010

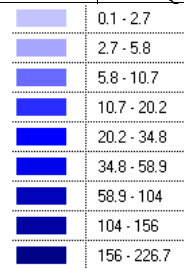
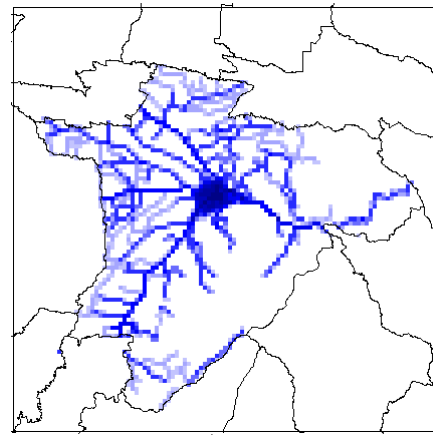
La Figura 30 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Santo Domingo. La Tabla 16 presenta el aporte de porcentual de las emisiones y la correspondiente evaluación de la incertidumbre.

Tabla 16: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Santo Domingo durante el año 2010

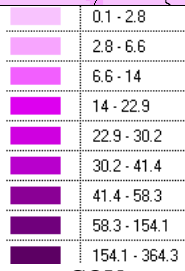
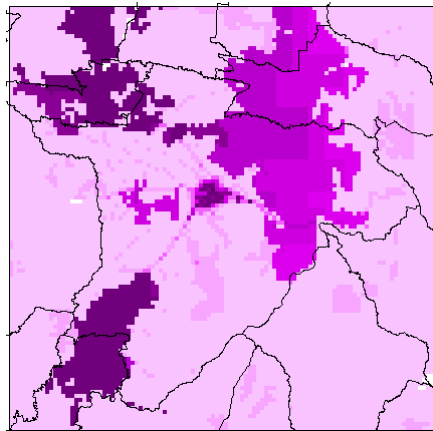
	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	1.3	3.8	2.1	0.8	0.3	0.2	2.0	0.6	2.0	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	2.2	6.6	3.0	1.6	0.5	0.3	3.5	1.2	5.1	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	0.6	2.2	0.6	0.4	0.1	0.1	0.9	0.3	0.7	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	1.6	6.0	1.7	1.1	0.3	0.2	2.8	1.0	1.9	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	3.4	8.9	2.1	3.6	0.9	0.6	8.3	2.6	11.3	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	1.3	3.4	0.8	1.1	0.3	0.2	2.4	0.8	3.4	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	1.1	3.6	1.0	1.1	0.3	0.2	2.6	0.9	2.7	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.2	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	2.0	4.7	0.8	1.5	0.5	0.4	3.0	1.0	6.0	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.9	4.1	0.6	0.6	0.4	0.3	1.4	0.5	1.5	C	D	D
Motos, gas	1.3	24.7	6.9	3.3	1.1	0.7	6.2	2.2	13.1	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	2.2	1.1	1.2	7.3	3.1	3.2	5.9	0.2	4.3	C	C	C
Buses, die	28.6	9.5	4.1	12.9	17.5	17.7	10.3	0.4	7.6	C	D	D
Pesados, die	52.1	20.1	7.9	54.5	69.7	70.7	42.5	1.7	32.2	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	99.0	99.9	33.2	90.3	95.3	95.1	92.6	13.6	92.9			
Isopreno	0.0	0.0	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	38.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	0.3	0.2	0.0	9.7	4.2	4.3	1.1	0.1	1.2	D	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Punto limpio	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal GLP doméstico	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	6.3	0.1	6.0	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	86.2	0.0	B	D	C
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			



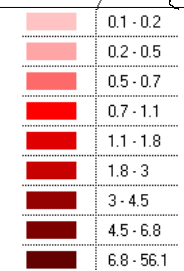
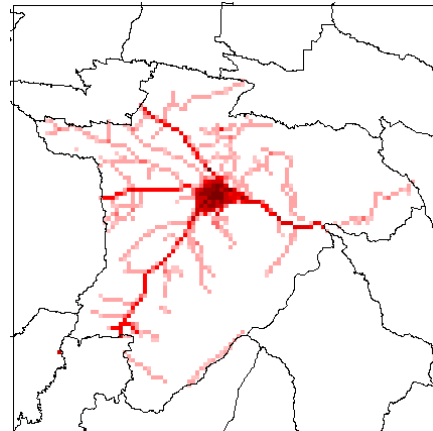
NO_x



CO



COV



SO₂

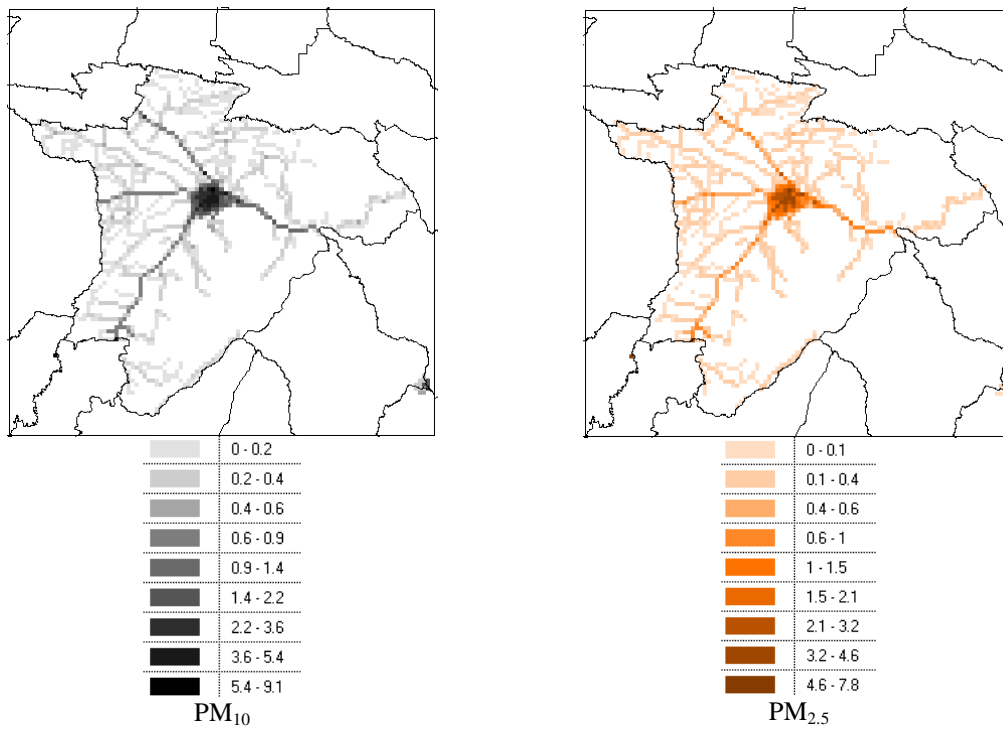


Figura 31: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones del Cantón Santo Domingo durante el año 2010

La Figura 31 presenta lo mapas de emisiones de contaminantes primarios en la malla de emisiones del Cantón Santo Domingo, durante el año 2010.

17.4 Manta

La Tablas 17 presenta los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Manta.

Las emisiones de NO_x ascienden a 3001 t a^{-1} , de los cuales el 63.6 % se atribuye al tráfico vehicular, 14.7 % a térmicas; y 14.1 % a industrias.

Las emisiones de CO ascienden a $11\,309 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 97.2 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 4144 t a^{-1} , correspondiendo el 43.6 % al tráfico vehicular, 27.6 % por el uso de disolventes; y 19.7 % a las industrias.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 475 t a^{-1} , correspondiendo el 44.8 % a las térmicas, y el 38.8 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 147 t a^{-1} , correspondiendo el 80.1 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 116 t a^{-1} , correspondiendo el 81.1 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 397 kt a^{-1} . La generación per cápita de CO_2 del Cantón Manta al año 2010, para una población de 226 477 habitantes, asciende a $1.75 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 17: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Manta durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	1907.9	63.6	10991.1	97.2	1806.8	43.6	184.1	38.8	117.9	80.1	93.8	81.1	200387.2	50.5	62.3	92.3	15.7	74.6
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	422.6	14.1	91.0	0.8	816.9	19.7	43.9	9.2	9.8	6.7	9.8	8.5	14946.9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Térmicas	441.7	14.7	1.7	0.0	0.2	0.0	212.9	44.8	5.7	3.9	5.5	4.8	78804.4	19.8	0.4	0.6	0.5	2.4
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1141.9	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	328.6	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	44.9	1.5	7.0	0.1	1.5	0.0	0.0	0.0	3.0	2.0	3.0	2.6	41192.3	10.4	0.6	0.9	2.8	13.4
Tráfico aéreo	183.6	6.1	218.3	1.9	32.0	0.8	34.1	7.2	2.3	1.6	2.3	2.0	61746.0	15.6	4.1	6.1	2.0	9.6
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	5.8	1.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3001	100	11309	100	4144	100	475	100	147	100	116	100	397077	100	67	100	21	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 405 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.79 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

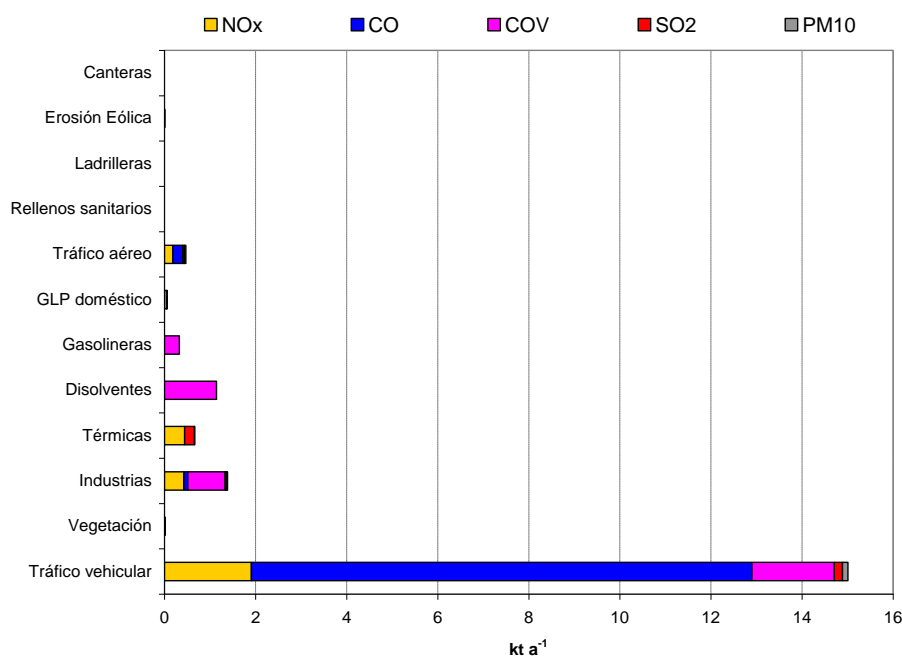


Figura 32: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Manta durante el año 2010

La Figura 33 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Manta.

17.5 Portoviejo

La Tabla 18 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Portoviejo.

Las emisiones de NO_x ascienden a 2417 t a^{-1} , de los cuales el 97.8 % se atribuye al tráfico vehicular.

Las emisiones de CO ascienden a $12\,305 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 99.9 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 4004 t a^{-1} , correspondiendo el 51.5 % al tráfico vehicular y el 35.3 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 242 t a^{-1} , correspondiendo el 99.6 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 166 t a^{-1} , correspondiendo el 98.1 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 134 t a^{-1} , correspondiendo el 97.6 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 288.3 kt a^{-1} . De este valor, el 84.4 % corresponde al tráfico vehicular y el 15.1 % al uso de GLP doméstico. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Santo Domingo al año 2010, para una población de 280 029 habitantes, asciende a $1.03 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Las emisiones de CH_4 ascienden a 66 t a^{-1} , de los cuales el 99 % se atribuye al tráfico vehicular.

Las emisiones de N_2O ascienden a 21 t a^{-1} , de los cuales el 85.7 % es generado por el tráfico vehicular.

Tabla 18: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Portoviejo durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	2364.7	97.8	12 288.5	99.9	2061.9	51.5	241.1	99.6	163.2	98.1	131.2	97.6	243 274.8	84.4	65.5	98.8	18.3	85.7
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	400.4	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1411.9	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	127.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	47.6	2.0	7.4	0.1	1.6	0.0	0.0	0.0	3.1	1.9	3.1	2.3	43 660.0	15.1	0.7	1.0	3.0	14.0
Tráfico aéreo	4.8	0.1	8.6	0.1	0.8	0.0	0.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	1392.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.2
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	2417	100	12 305	100	4004	100	242	100	166	100	134	100	288 336	100	66	100	21	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 296.4 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.06 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

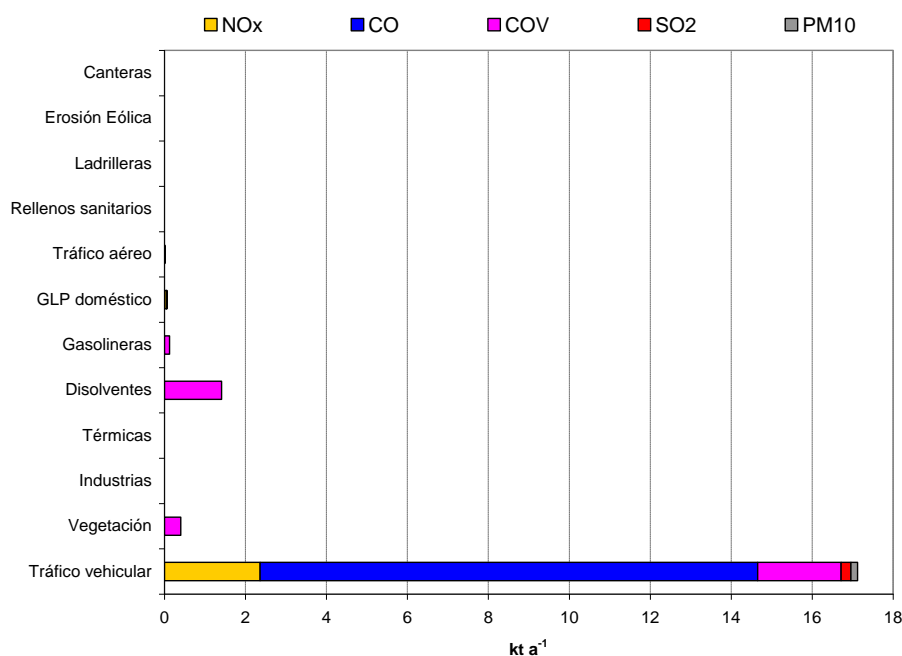


Figura 33: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Portoviejo durante el año 2010

La Figura 155 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Portoviejo.

Tabla 19: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Manta durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm ³	2.7	7.3	6.4	1.3	1.0	0.7	3.2	8.8	3.5	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm ³	5.1	13.7	9.8	2.7	2.0	1.4	6.2	17.3	10.1	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm ³	0.3	0.7	0.6	0.2	0.1	0.1	0.4	1.2	0.5	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm ³	0.9	3.2	1.2	0.4	0.3	0.2	0.9	2.6	0.9	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm ³	2.6	9.4	3.4	1.3	0.8	0.6	3.3	9.2	3.0	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm ³	3.1	8.1	2.6	2.2	1.3	1.0	5.3	14.1	9.1	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm ³	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm ³	0.9	2.3	0.7	0.6	0.4	0.3	1.2	3.5	2.6	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm ³	1.1	3.2	1.0	0.8	0.5	0.3	1.8	5.0	2.9	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm ³	0.2	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm ³	5.2	12.3	2.4	2.0	1.7	1.1	4.5	11.3	10.3	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.7	3.8	0.8	0.4	0.5	0.5	0.8	2.6	1.1	C	D	D
Motos, gas	0.9	17.4	6.6	1.7	1.4	1.0	3.2	9.6	9.4	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	1.7	0.8	1.1	3.7	3.9	4.2	3.1	1.0	3.1	C	C	C
Buses, die	13.4	4.4	2.2	4.3	14.0	14.8	2.6	1.1	3.5	C	D	D
Pesados, die	24.4	9.8	4.4	17.1	51.8	54.7	13.3	4.4	14.1	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	63.6	97.2	43.6	38.8	80.1	81.1	50.5	92.3	74.6			
Isopreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	14.1	0.8	19.7	9.2	6.7	8.5	3.8	0.0	0.0	B	D	C
Miraflores	14.7	0.0	0.0	44.8	3.9	4.8	19.8	0.6	2.4	B	D	C
Subtotal térmicas	14.7	0.0	0.0	44.8	3.9	4.8	19.8	0.6	2.4			
Doméstico	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Manta (Barbasquillo)	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal GLP doméstico	1.5	0.1	0.0	0.0	2.0	2.6	10.4	0.9	13.4	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	6.1	1.9	0.8	7.2	1.6	2.0	15.6	6.1	9.6	B	D	C
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	1.1	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

Tabla 20: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Portoviejo durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	3.3	6.6	6.6	2.5	0.9	0.6	4.4	8.8	3.5	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	5.3	10.5	8.3	4.4	1.5	1.0	7.0	14.4	8.3	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.3	0.6	0.6	0.3	0.1	0.1	0.5	1.1	0.4	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	1.0	2.7	1.1	0.7	0.2	0.2	1.2	2.4	0.8	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	3.5	9.2	3.8	2.8	0.8	0.6	4.9	10.0	3.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	4.1	7.9	2.9	4.7	1.2	0.9	7.8	15.0	9.2	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	1.5	2.9	1.0	1.5	0.5	0.3	2.2	4.6	3.2	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	1.5	3.2	1.2	1.6	0.4	0.3	2.7	5.4	2.9	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.5	0.3	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	3.9	6.5	1.5	2.8	1.1	0.7	4.2	8.0	7.1	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.7	2.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.9	1.9	0.8	C	D	D
Motos, gas	2.1	28.1	12.1	6.1	2.2	1.5	8.2	17.2	16.4	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.0	0.1	0.5	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	3.7	1.2	2.0	12.4	5.8	6.1	7.2	1.7	5.1	C	C	C
Buses, die	26.3	6.3	3.7	13.2	19.6	20.1	7.5	1.8	5.4	C	D	D
Pesados, die	40.1	11.2	6.0	45.2	63.1	64.7	25.1	6.0	18.7	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	97.8	99.9	51.5	99.6	98.1	97.6	84.4	98.8	85.7			
Isopreno	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal GLP doméstico	2.0	0.1	0.0	0.0	1.9	2.3	15.1	1.0	14.0	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.2	B	D	C
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

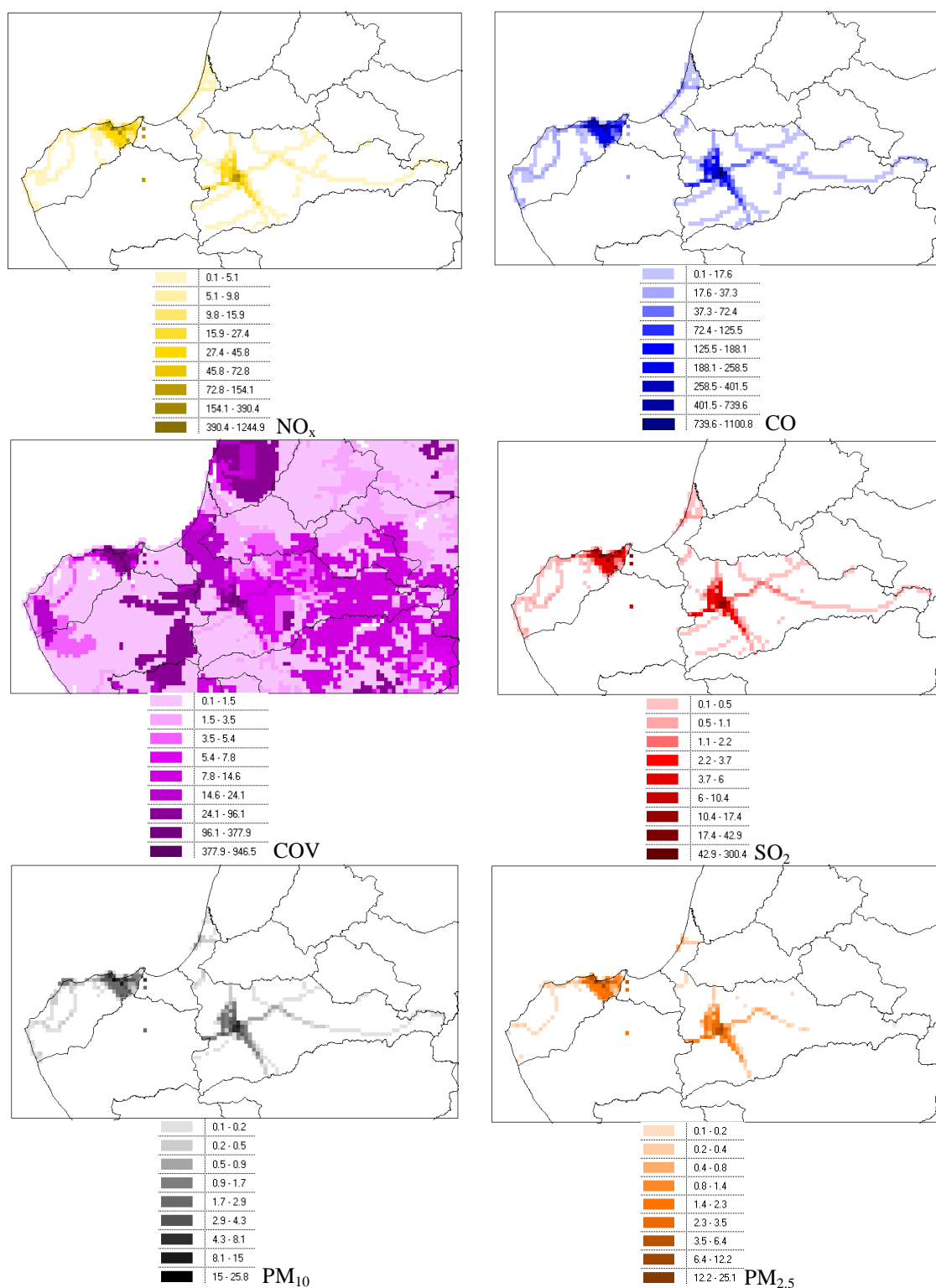


Figura 34: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo durante el año 2010

La Figura 34 presenta los mapas de emisiones de contaminantes primarios en la malla de emisiones de los cantones Manta y Portoviejo, durante el año 2010.

17.5 Milagro

La Tabla 21 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Milagro.

Las emisiones de NO_x ascienden a 1437 t a^{-1} , de los cuales un 79.9 % al tráfico vehicular y 12.6 % a térmicas.

Las emisiones de CO ascienden a 7623 t a^{-1} , correspondiendo el 97.9 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 2162 t a^{-1} , correspondiendo el 50.8 al tráfico vehicular y el 38.9 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 244 t a^{-1} , correspondiendo el 52.6 % al tráfico vehicular y 47.3 a industrias.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 2521 t a^{-1} , correspondiendo el 73.8 % a las térmicas y 21.7 % a industrias.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 1471 t a^{-1} , correspondiendo el 72.1 % a las térmicas y 21.3 % a industrias.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 222.8 kt a^{-1} . No se incluyen las emisiones de los rellenos sanitarios, ni de la combustión de biomasa, según el criterio del IPCC que considera que las mismas no constituyen emisiones netas, ya que no se han formado a partir de carbono fósil. De este valor, el 53.9 % corresponde al tráfico vehicular y 36.7 % a las industrias. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Milagro al año 2010, para una población de 166 634 habitantes, asciende a $1.34 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 21: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Milagro durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	1148.1	79.9	7460.3	97.9	1097.4	50.8	128.1	52.6	89.7	3.6	72.3	4.9	120 048.6	53.9	28.9	16.8	10.7	83.7
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	103.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	81.2	5.7	2.7	0.0	0.4	0.0	115.3	47.3	548.3	21.7	313.8	21.3	81 872.8	36.7	0.1	0.1	0.3	2.1
Térmicas	181.4	12.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1859.6	73.8	1 061.3	72.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	840.2	38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	85.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	22.8	1.6	3.6	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.5	0.1	1.5	0.1	20 904.9	9.4	0.3	0.2	1.4	11.2
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	399.9	0.0	142.5	82.9	0.0	0.0
Ladrilleras	3.2	0.2	156.2	2.0	33.8	1.6	0.3	0.1	22.4	0.9	22.1	1.5	4226.9	0.0	0.0	0.0	0.4	2.9
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1437	100	7623	100	2162	100	244	100	2521	100	1 471	100	222 826	100	172	100	13	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 230.9 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.39 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

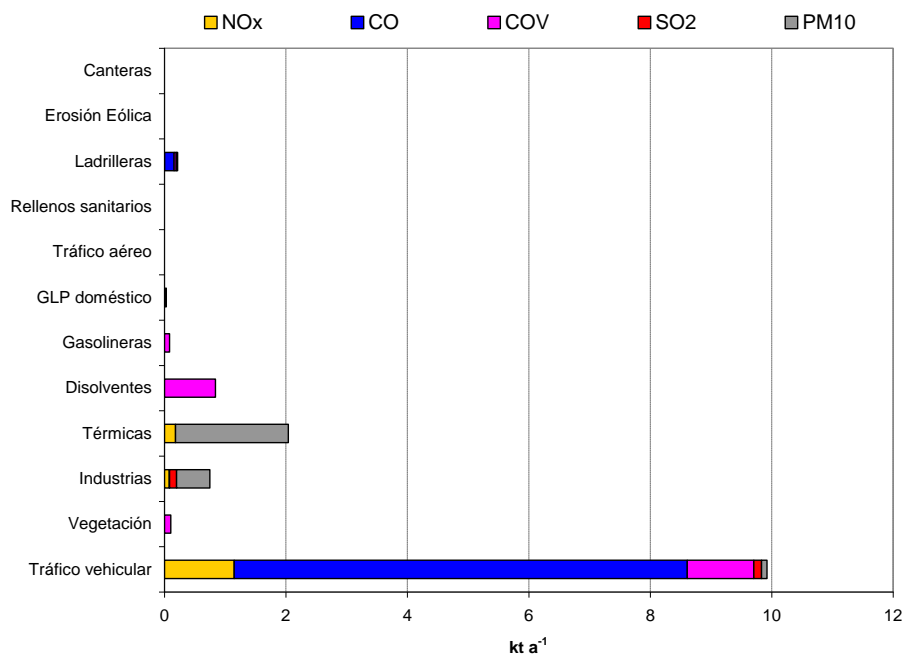
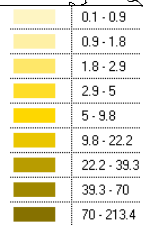
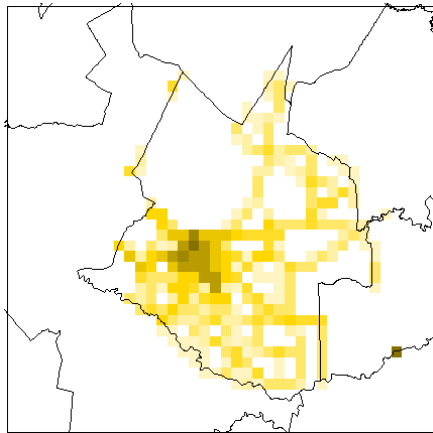


Figura 35: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Milagro durante el año 2010

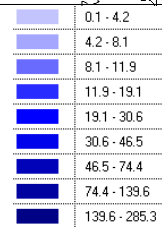
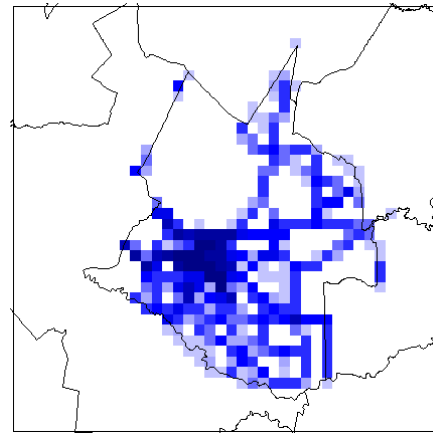
La Figura 35 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Milagro.

Tabla 22: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Milagro durante el año 2010

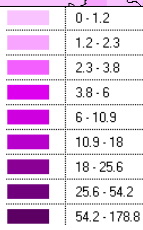
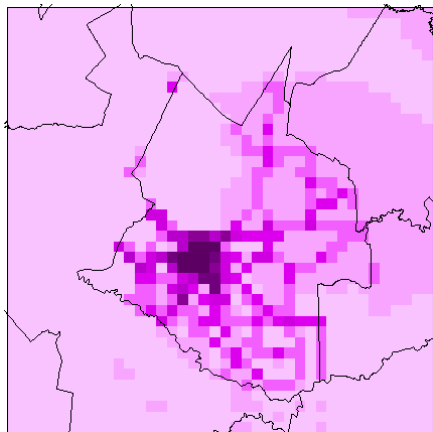
	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	0.7	1.3	1.3	0.3	0.0	0.0	0.7	0.4	0.9	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	1.6	2.9	2.3	0.8	0.0	0.0	1.5	1.0	3.0	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	0.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	0.9	2.3	1.1	0.4	0.0	0.0	0.9	0.6	0.8	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	1.5	2.5	1.0	1.0	0.0	0.0	2.1	1.3	4.0	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.3	1.1	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	0.6	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	1.1	1.6	0.5	0.6	0.0	0.0	1.1	0.7	2.9	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.3	0.9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	C	D	D
Motos, gas	5.3	66.8	31.2	8.7	0.2	0.2	17.1	9.9	41.9	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	3.0	1.0	1.6	6.6	0.2	0.3	5.0	0.3	4.6	C	C	C
Buses, die	25.2	6.0	4.0	7.3	0.7	1.0	5.3	0.4	5.1	C	D	D
Pesados, die	39.2	10.8	6.5	25.9	2.3	3.3	18.5	1.3	17.9	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	79.9	97.9	50.8	52.6	3.6	4.9	53.9	16.8	83.7			
Isopreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	5.7	0.0	0.0	47.3	21.7	21.3	36.7	0.1	2.1	D	D	D
Ecoelectric (Bagazo)	12.6	0.0	0.0	0.0	73.8	72.1	105.8	0.0	0.0	B	B	B
Subtotal térmicas	12.6	0.0	0.0	0.0	73.8	72.1	105.8	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal GLP doméstico	1.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	9.4	0.2	11.2	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.9	0.0	B	D	C
Subtotal Ladrilleras	0.2	2.0	1.6	0.1	0.9	1.5	0.0	0.0	2.9	C	D	C
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			



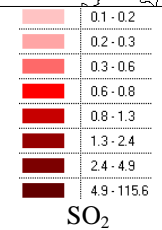
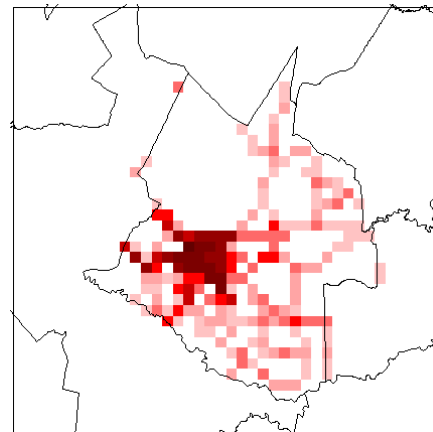
NO_x



CO



COV



SO₂

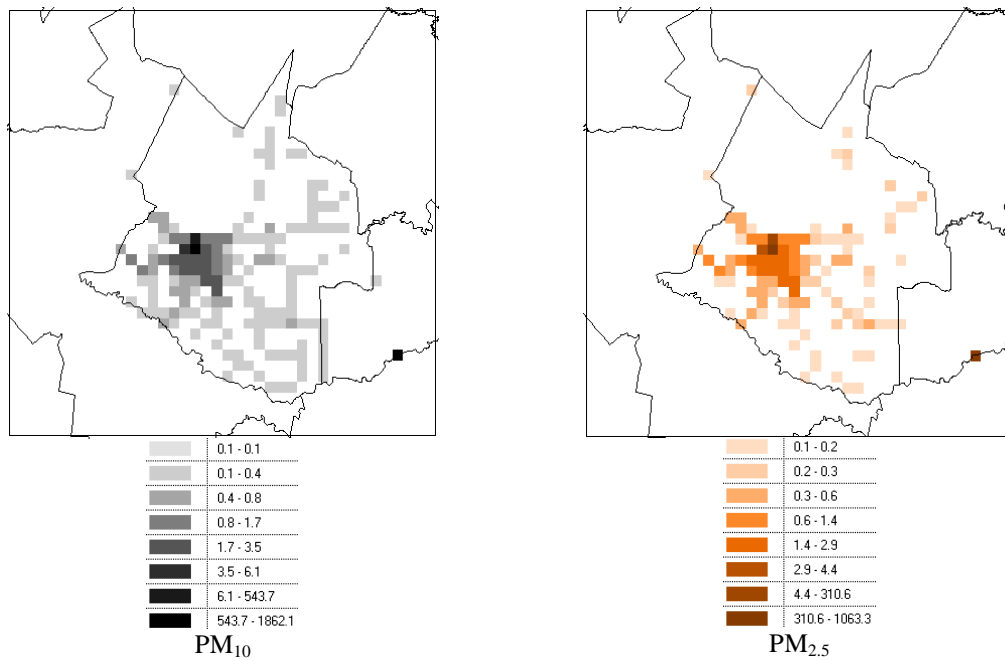


Figura 36: Mapa de emisiones de ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones del Cantón Milagro durante el año 2010

La Figura 36 presenta los mapas de emisiones de contaminantes primarios en la malla de emisiones del Cantón Milagro, durante el año 2010.

17.6 Riobamba

La Tabla 23 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Riobamba.

Las emisiones de NO_x ascienden a 3774 t a^{-1} , de los cuales un 79.3 % al tráfico vehicular y 19.6 % a las industrias.

Las emisiones de CO ascienden a $11\,758 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 99.6 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 3509 t a^{-1} , correspondiendo el 53.3 al tráfico vehicular y el 32.4 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 1437 t a^{-1} , correspondiendo el 80.7 % a las industrias, y el 18.3% al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 449 t a^{-1} , correspondiendo el 43.7 % al tráfico vehicular y el 39.8 5 a las industrias.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 232 t a^{-1} , correspondiendo el 68.1 % al tráfico vehicular, y el 27.2 % a las industrias.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 668.4 kt a^{-1} . De este valor, el 52.4 % corresponde a las industrias y 40.1 % al tráfico vehicular. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Riobamba al año 2010, para una población de 225 741 habitantes, asciende a $2.96 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 23: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Riobamba durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	2992.2	79.3	11 711.0	99.6	1869.3	53.3	263.2	18.3	196.1	43.7	158.1	68.1	267 868.6	40.1	68.5	94.8	21.2	56.5
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	115.5	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	738.0	19.6	39.1	0.3	38.5	1.1	1159.4	80.7	178.8	39.8	63.2	27.2	352 794.3	52.8	3.2	4.4	13.7	36.5
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1138.2	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	346.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	39.1	1.0	6.1	0.1	1.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.6	2.6	1.1	35 845.8	5.4	0.5	0.8	2.5	6.6
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Caleras	5.0	0.1	1.3	0.0	0.2	0.0	14.6	1.0	5.1	1.1	3.7	1.6	11 908.9	1.8	0.1	0.1	0.1	0.4
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2	6.9	4.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3774	100	11 758	100	3509	100	1437	100	449	100	232	100	668 418	100	72	100	37	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 681.4 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 3.02 t habitante a⁻¹ de CO₂ equivalente.

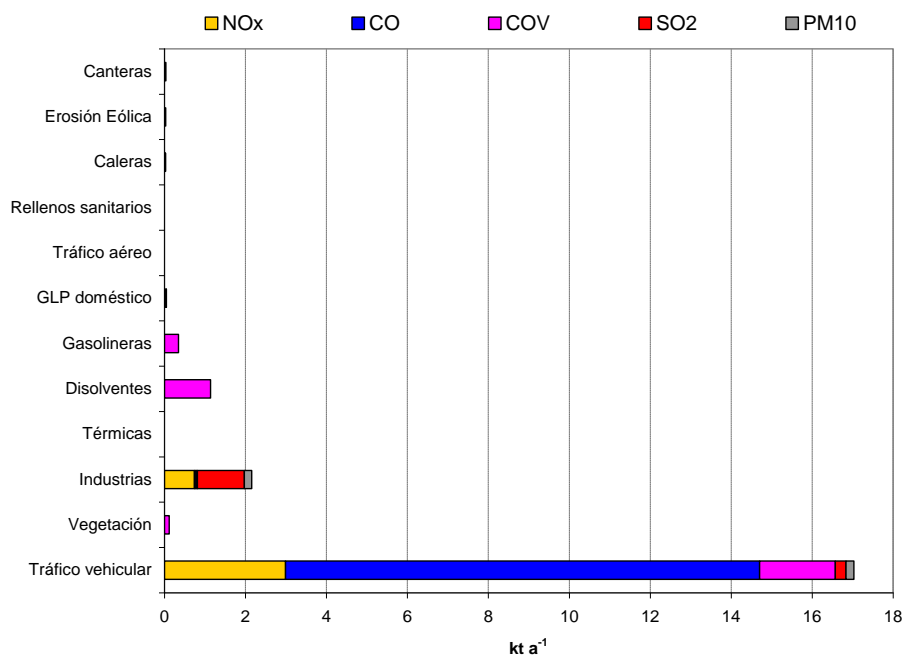


Figura 37: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Riobamba durante el año 2010

La Figura 37 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Riobamba.

17.8 Ambato

La Tabla 24 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Ambato.

Las emisiones de NO_x ascienden a 3967 t a^{-1} , de los cuales un 98.7 % corresponde al tráfico vehicular.

Las emisiones de CO ascienden a $16\,703 \text{ t a}^{-1}$, correspondiendo el 99.9 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 5875 t a^{-1} , correspondiendo el 47.1 al tráfico vehicular y el 28.3 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 387 t a^{-1} , correspondiendo el 97.4 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 476 t a^{-1} , correspondiendo el 56.4 % al tráfico vehicular y el 32.3 % a las canteras.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 227 t a^{-1} , correspondiendo el 95 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 449 kt a^{-1} . De este valor, el 88 % corresponde al tráfico vehicular y el 11% al GLP doméstico. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Ambato al año 2010, para una población de 329 856 habitantes, asciende a $1.36 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 24: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Ambato durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	3908.5	98.5	16 693.3	99.9	2768.9	47.1	376.9	97.4	268.7	56.4	215.8	95.0	395 200.5	88.0	105.7	17.9	31.1	90.0
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	477.1	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	5.0	0.1	1.5	0.0	284.6	4.8	10.2	2.6	0.4	0.1	0.3	0.1	4 306.3	1.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	1663.2	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	674.3	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	53.9	1.4	8.4	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	3.6	0.7	3.6	1.6	49 472.8	11.0	0.8	0.1	3.4	9.8
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 962.0	0.0	483.8	82.0	0.0	0.0
Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.7	10.4	7.5	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	153.9	32.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3967	100	16 703	100	5875	100	387	100	476	100	227	100	448 980	100	590	100	35	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 474 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 1.44 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

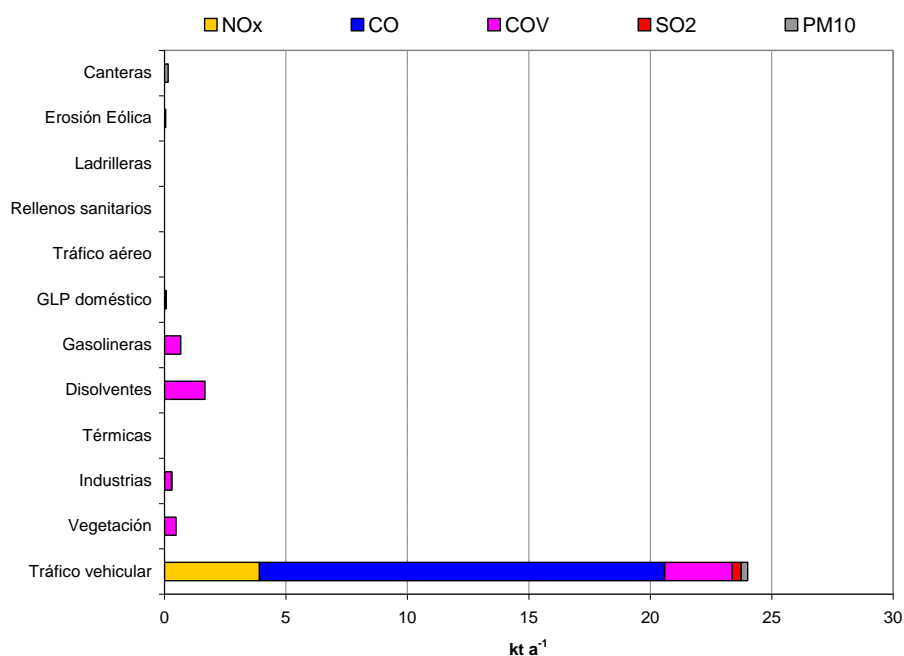


Figura 38: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Ambato durante el año 2010

La Figura 38 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Ambato.

17.9 Latacunga

La Tabla 25 presentan los resultados integrados de las emisiones durante el año 2010, para el Cantón Latacunga.

Las emisiones de NO_x ascienden a 2730 t a^{-1} , de los cuales un 94.9 % corresponde al tráfico vehicular.

Las emisiones de CO ascienden a 9232 t a^{-1} , correspondiendo el 99.5 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de COV ascienden a 3651 t a^{-1} , correspondiendo el 41.9 al tráfico vehicular, 30 % a la vegetación; y el 23.5 % al uso de disolventes.

Las emisiones de SO_2 ascienden a 587 t a^{-1} , correspondiendo el 56.3 % a las industrias y 43.7 % al tráfico vehicular.

Las emisiones de PM_{10} ascienden a 275 t a^{-1} , correspondiendo el 73.1 % al tráfico vehicular y el 13.2 % a las canteras.

Las emisiones de $\text{PM}_{2.5}$ ascienden a 183 t a^{-1} , correspondiendo el 89.3 % al tráfico vehicular.

Las emisiones totales de CO_2 ascienden a 336.4 kt a^{-1} . De este valor, el 72.1 % corresponde al tráfico vehicular y el 19.5 % a las industrias. La generación per cápita de CO_2 del Cantón Latacunga al año 2010, para una población de 170 489 habitantes, asciende a $1.97 \text{ t habitante}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabla 25: Resumen de emisiones atmosféricas del Cantón Latacunga durante el año 2010

	NO _x		CO		COV		SO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	2590.2	94.9	9184.8	99.5	1528.4	41.9	256.5	43.7	201.0	73.1	163.6	89.3	242 641.4	72.1	53.4	23.5	17.1	83.8
Vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	1094.4	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industrias	108.4	4.0	22.0	0.2	14.5	0.4	330.2	56.3	16.7	6.1	12.3	6.7	65 513.6	19.5	0.5	0.2	1.3	6.5
Térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disolventes	0.0	0.0	0.0	0.0	859.6	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolineras	0.0	0.0	0.0	0.0	147.9	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLP doméstico	30.8	1.1	4.8	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.7	2.0	1.1	28 284.1	8.4	0.4	0.2	1.9	9.5
Tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	483.8	0.0	172.5	76.1	0.0	0.0
Caleras	0.4	0.0	20.8	0.2	4.5	0.1	0.0	0.0	3.0	1.1	2.9	1.6	563.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Erosión Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	5.8	2.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	2730	100	9232	100	3651	100	587	100	275	100	183	100	336 439	100	227	100	20	100

Las emisiones integradas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), tomando un potencial de calentamiento global del 25 y 298 para el CH₄ y N₂O (IPCC, 2007), ascienden a 348.2 kt a⁻¹ de CO₂ equivalente; lo que resulta en una generación per cápita de 2.04 t habitante⁻¹ a⁻¹ de CO₂ equivalente.

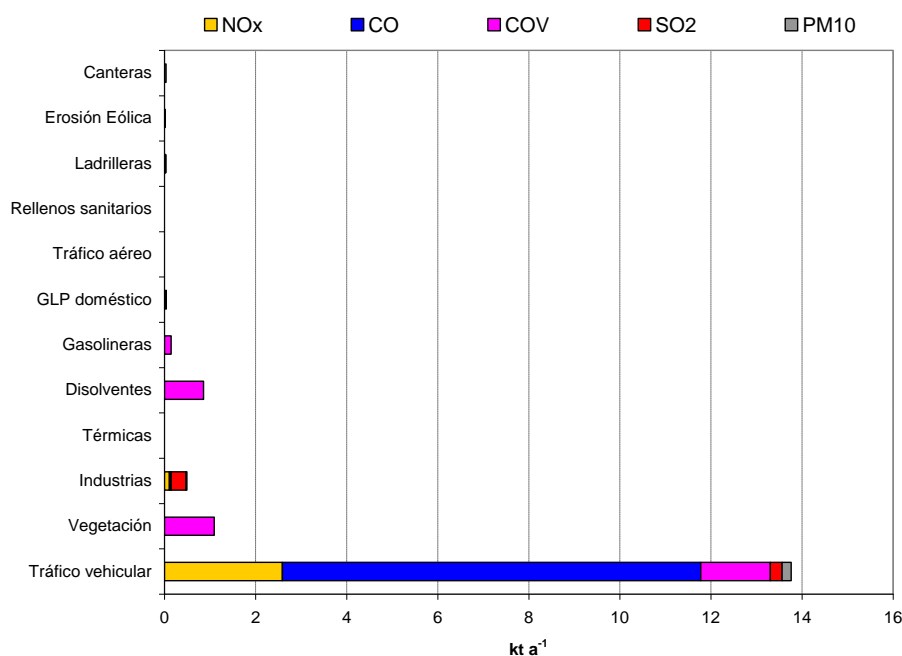


Figura 39: Emisión de contaminantes primarios del Cantón Latacunga durante el año 2010

La Figura 39 presenta la composición de las emisiones de contaminantes primarios estimadas para el año 2010 en el Cantón Latacunga.

Tabla 26: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Riobamba durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm ³	2.4	9.0	6.5	0.4	0.4	0.4	1.8	7.6	2.5	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm ³	6.2	23.2	14.3	1.1	0.9	1.0	4.9	20.3	9.3	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm ³	0.2	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm ³	0.3	1.3	0.6	0.1	0.0	0.1	0.3	1.2	0.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm ³	1.7	6.9	3.1	0.3	0.2	0.2	1.6	6.8	1.5	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm ³	3.8	10.8	4.0	1.1	0.7	0.8	4.8	20.0	8.9	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm ³	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm ³	1.4	3.9	1.4	0.3	0.3	0.3	1.3	6.2	3.1	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm ³	0.9	2.9	1.1	0.3	0.2	0.2	1.1	5.0	2.0	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm ³	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.3	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm ³	3.1	7.9	2.2	0.6	0.6	0.6	2.6	10.9	6.4	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.5	2.5	0.6	0.1	0.2	0.2	0.4	1.8	0.6	C	D	D
Motos, gas	0.3	6.9	2.8	0.2	0.2	0.2	0.8	3.6	2.2	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	1.8	1.0	1.7	1.8	1.9	3.1	2.7	1.3	2.5	C	C	C
Buses, die	30.3	11.1	7.5	4.0	13.2	21.1	5.8	2.9	5.5	C	D	D
Pesados, die	26.0	10.7	6.7	7.9	24.7	39.6	11.4	5.7	11.0	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	79.3	99.6	53.3	18.3	43.7	68.1	40.1	94.8	56.5			
Isopreno	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	19.6	0.3	1.1	80.7	39.8	27.2	52.8	4.4	36.5	C	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Puntos limpios	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal GLP doméstico	1.0	0.1	0.0	0.0	0.6	1.1	5.4	0.8	6.6	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal Caleras	0.1	0.0	0.0	1.0	1.1	1.6	1.8	0.1	0.4	D	D	D
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	2.0	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	C	E	D

Tabla 27: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Ambato durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	3.5	9.8	6.7	2.5	0.5	0.6	4.6	1.6	3.8	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	9.9	27.7	14.9	7.4	1.5	1.6	12.6	4.3	16.1	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.3	0.9	0.6	0.3	0.0	0.1	0.5	0.2	0.5	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	0.6	1.6	0.6	0.4	0.1	0.1	0.8	0.3	0.6	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	2.2	6.3	2.4	1.7	0.3	0.4	3.2	1.1	2.4	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	6.2	12.7	3.8	7.6	1.2	1.4	12.8	4.2	17.8	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	2.1	4.1	1.2	2.2	0.4	0.5	3.1	1.2	5.3	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	1.4	3.3	1.0	1.7	0.3	0.3	2.9	1.0	3.6	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	3.3	6.3	1.5	2.9	0.6	0.7	4.1	1.5	7.9	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.7	2.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.9	0.3	1.1	C	D	D
Motos, gas	0.3	5.5	2.0	0.9	0.2	0.2	1.3	0.5	2.6	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	2.5	1.1	1.4	9.9	2.7	4.8	5.9	0.2	4.0	C	C	C
Buses, die	27.9	7.3	4.3	14.1	11.9	20.6	8.4	0.3	5.8	C	D	D
Pesados, die	37.1	10.5	5.9	44.3	36.2	63.0	26.1	1.1	18.1	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	98.5	99.9	47.1	97.4	56.4	95.0	88.0	17.9	90.0			
Isopreno	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	0.1	0.0	4.8	2.6	0.1	0.1	1.0	0.0	0.2	C	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Doméstico	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Gasolineras	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Punto limpio	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal GLP doméstico	1.4	0.1	0.0	0.0	0.7	1.6	11.0	0.1	9.8	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	82.0	0.0	C	D	D
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	3.3	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3	0.0	0.0	0.0	0.0	C	E	D
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

Tabla 28: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Latacunga durante el año 2010

	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Actividad	Factor de emisión	Estimación
Automóvil, gas <1400 cm3	2.1	7.8	4.7	0.6	0.4	0.3	2.6	1.8	2.6	C	C	C
Automóvil, gas 1400-2000 cm3	5.9	21.0	10.5	1.8	1.0	0.8	6.7	4.5	11.0	C	C	C
Automóvil, gas > 2000 cm3	0.2	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1400 cm3	0.3	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.4	0.2	0.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1400-2000 cm3	1.9	7.2	2.4	0.6	0.3	0.3	2.6	1.8	2.3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2000 cm3	5.0	13.3	3.7	2.5	1.1	0.9	9.6	6.1	15.5	C	C	C
Jeep, gas <1400 cm3	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	C	C	C
Jeep, gas 1400-2000 cm3	1.6	4.2	1.2	0.7	0.4	0.3	2.3	1.6	4.2	C	C	C
Jeep, gas > 2000 cm3	1.2	3.7	1.1	0.5	0.2	0.2	2.1	1.4	2.8	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Taxi, gas 1400-2000 cm3	1.3	3.0	0.6	0.5	0.3	0.2	1.4	1.0	3.6	C	C	C
Taxi, gas > 2000 cm3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	C	C	C
Pesados, gas	0.9	4.2	0.7	0.3	0.3	0.3	1.0	0.7	1.4	C	D	D
Motos, gas	0.2	4.9	1.6	0.3	0.2	0.1	0.9	0.6	2.2	C	D	D
Automóvil, die	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	C	C	C
Jeep, die	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.2	C	C	C
Camioneta furgoneta, die	2.5	1.3	1.6	4.4	3.2	4.0	5.4	0.4	4.7	C	C	C
Buses, die	23.5	7.6	4.0	5.4	12.1	15.0	6.5	0.5	5.7	C	D	D
Pesados, die	47.9	18.8	8.7	25.5	53.3	66.4	29.8	2.4	26.8	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	94.9	99.5	41.9	43.7	73.1	89.3	72.1	23.5	83.8			
Isopreno	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Monoterpenos	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
OCOV	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	E	D
Subtotal vegetación	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal industrias	4.0	0.2	0.4	56.3	6.1	6.7	19.5	0.2	6.5	C	D	D
Subtotal térmicas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Doméstico	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Industrial	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	B	D	C
Subtotal disolventes	0.0	0.0	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal gasolineras	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	D	C
Subtotal GLP doméstico	1.1	0.1	0.0	0.0	0.7	1.1	8.4	0.2	9.5	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Subtotal rellenos sanitarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.1	0.0	B	D	C
Subtotal Ladrilleras	0.0	0.2	0.1	0.0	1.1	1.6	0.0	0.0	0.2	C	D	C
Subtotal erosión eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	1.3	0.0	0.0	0.0	D	D	D
Subtotal canteras	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	C	E	D
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

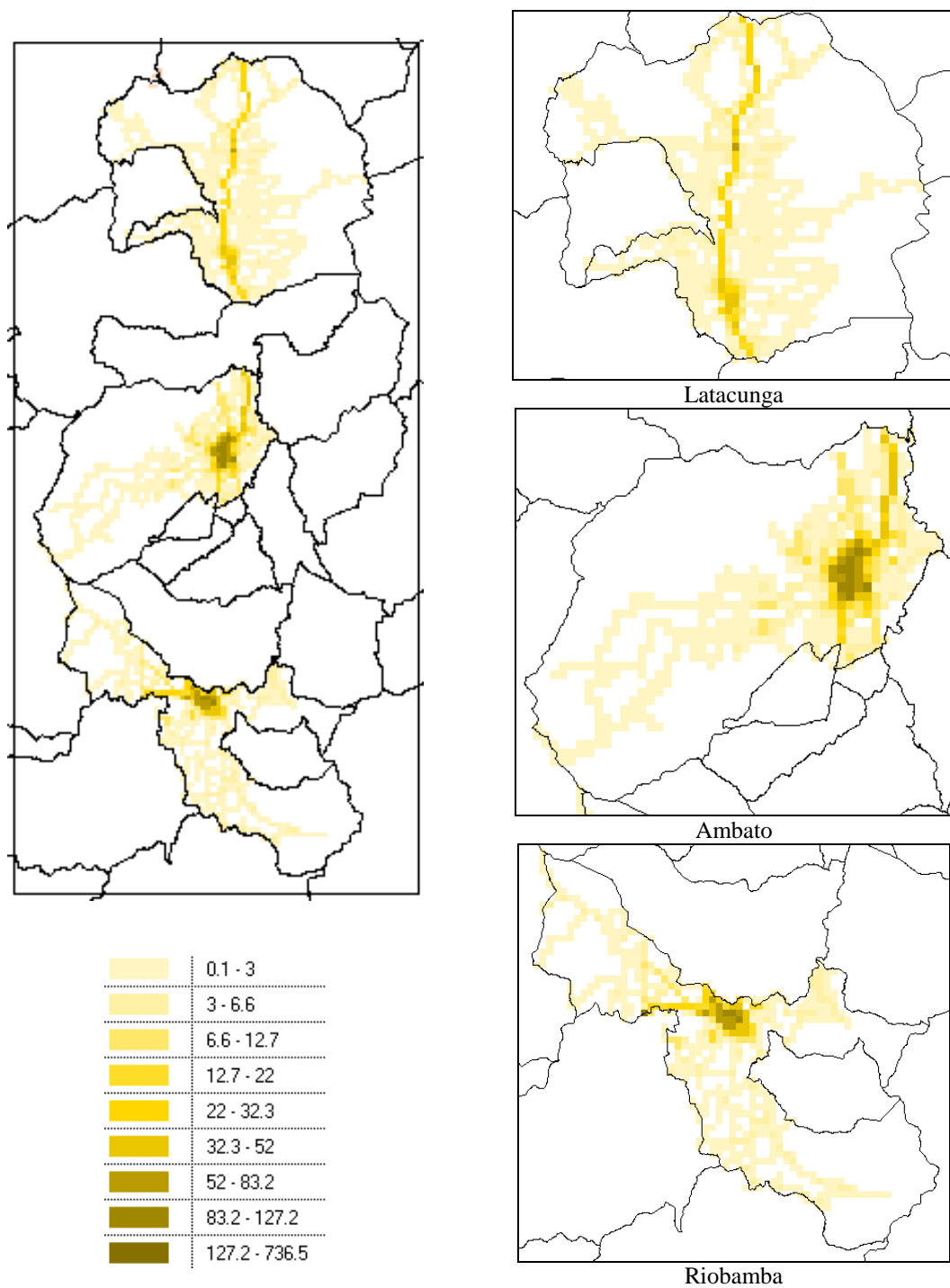


Figura 40: Mapa de emisiones de NO_x (t a⁻¹) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

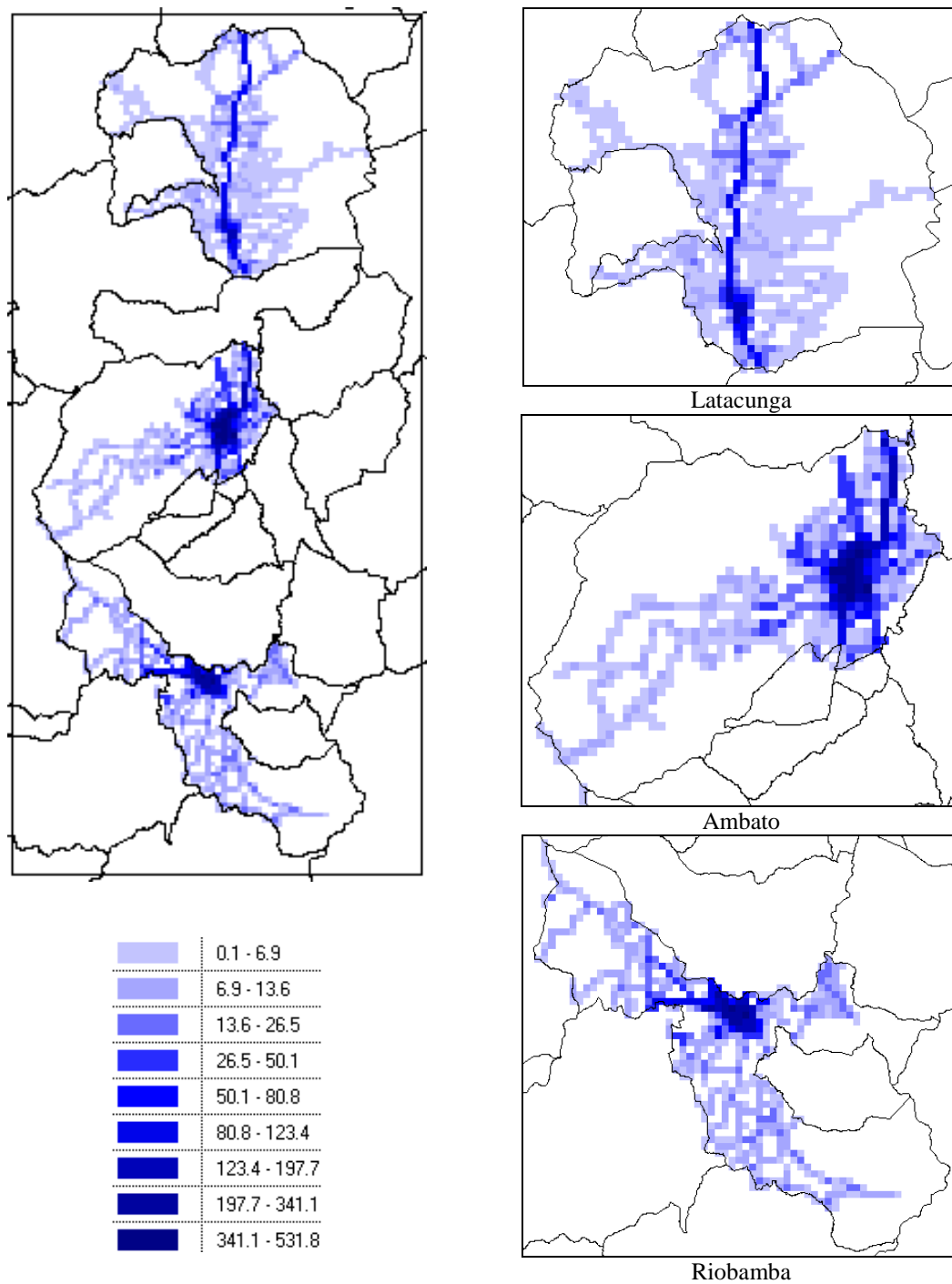


Figura 41: Mapa de emisiones de CO ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

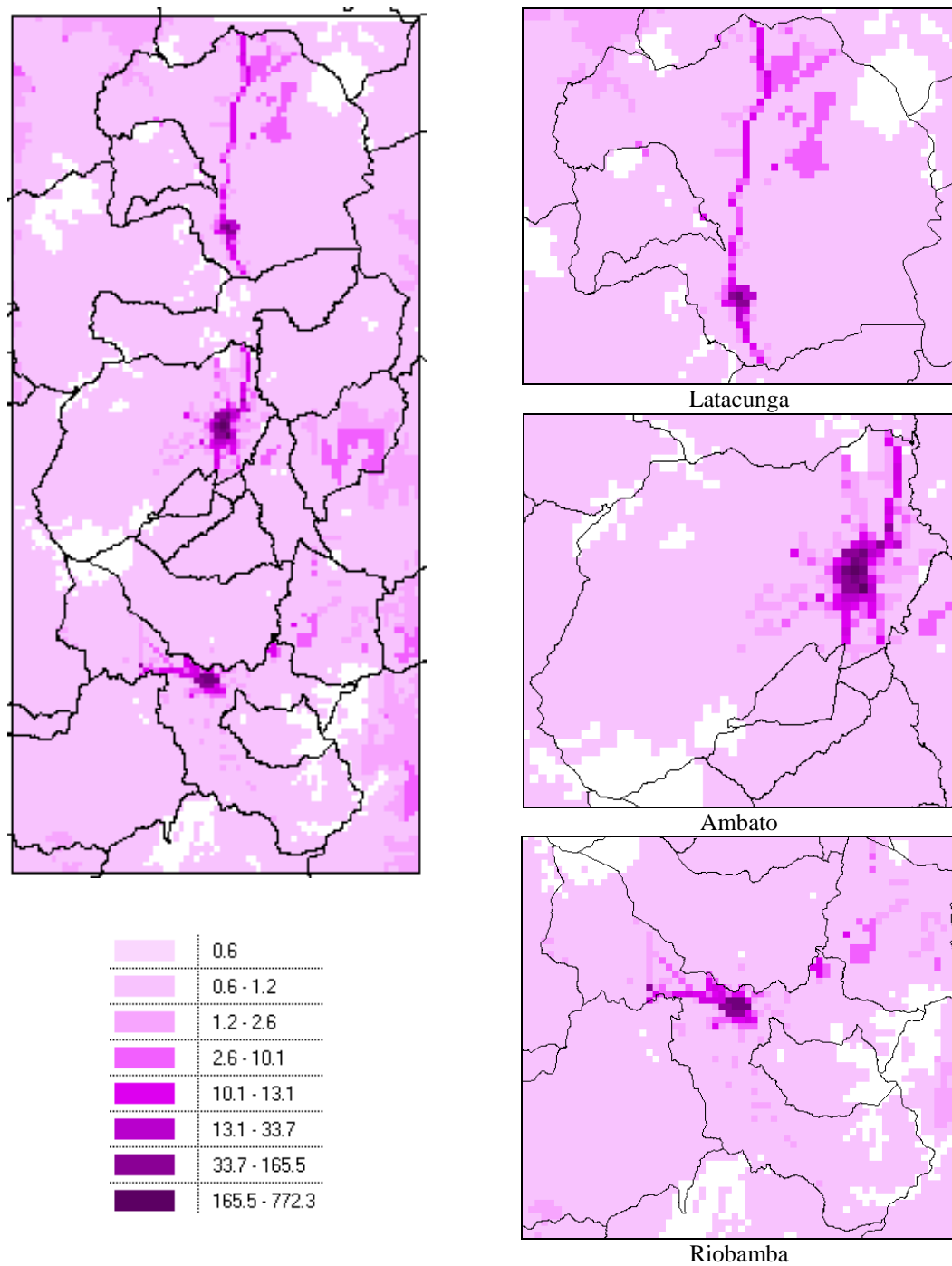


Figura 42: Mapa de emisiones de COV ($t a^{-1}$) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

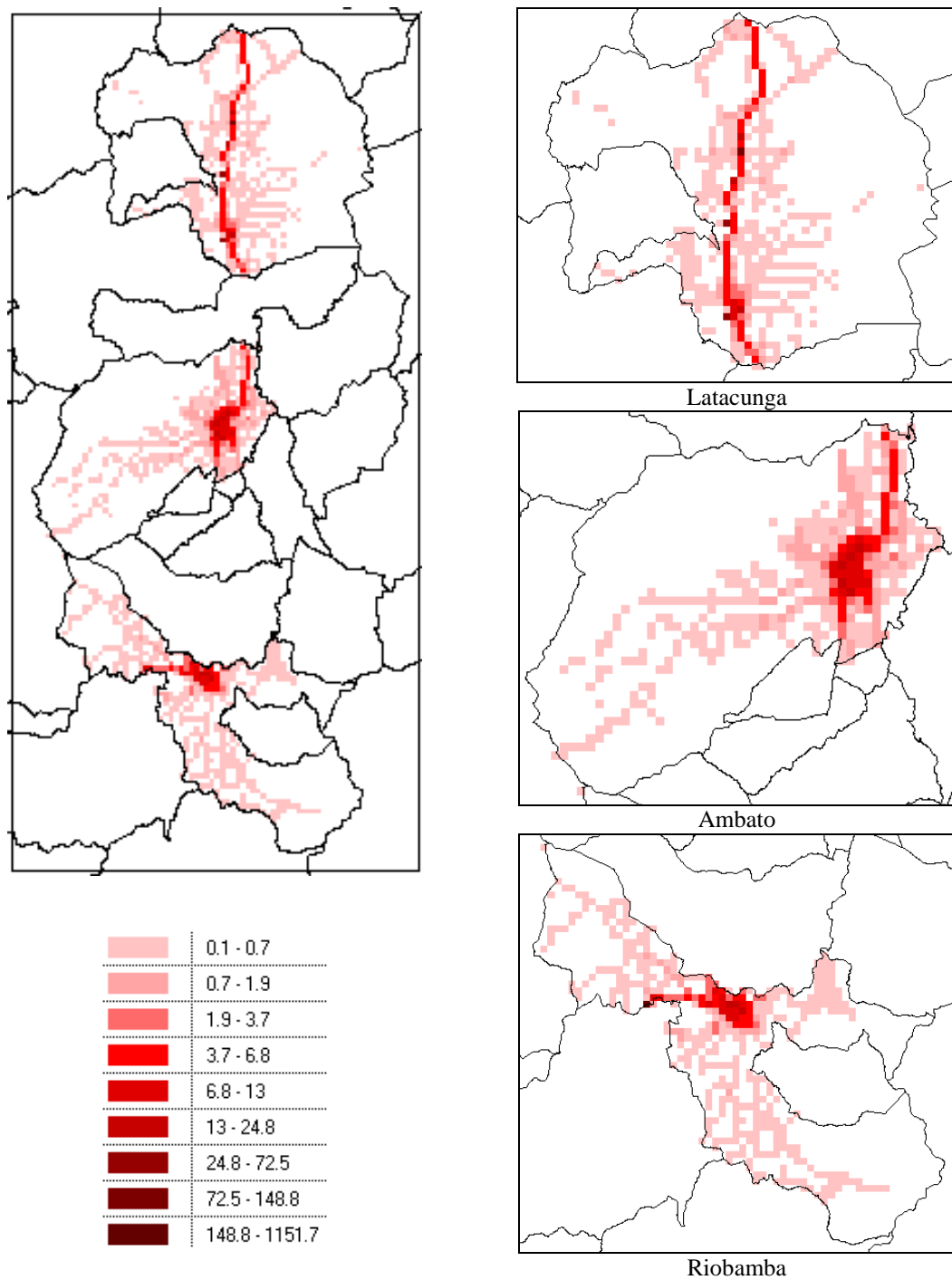


Figura 43: Mapa de emisiones de SO_2 (t a^{-1}) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

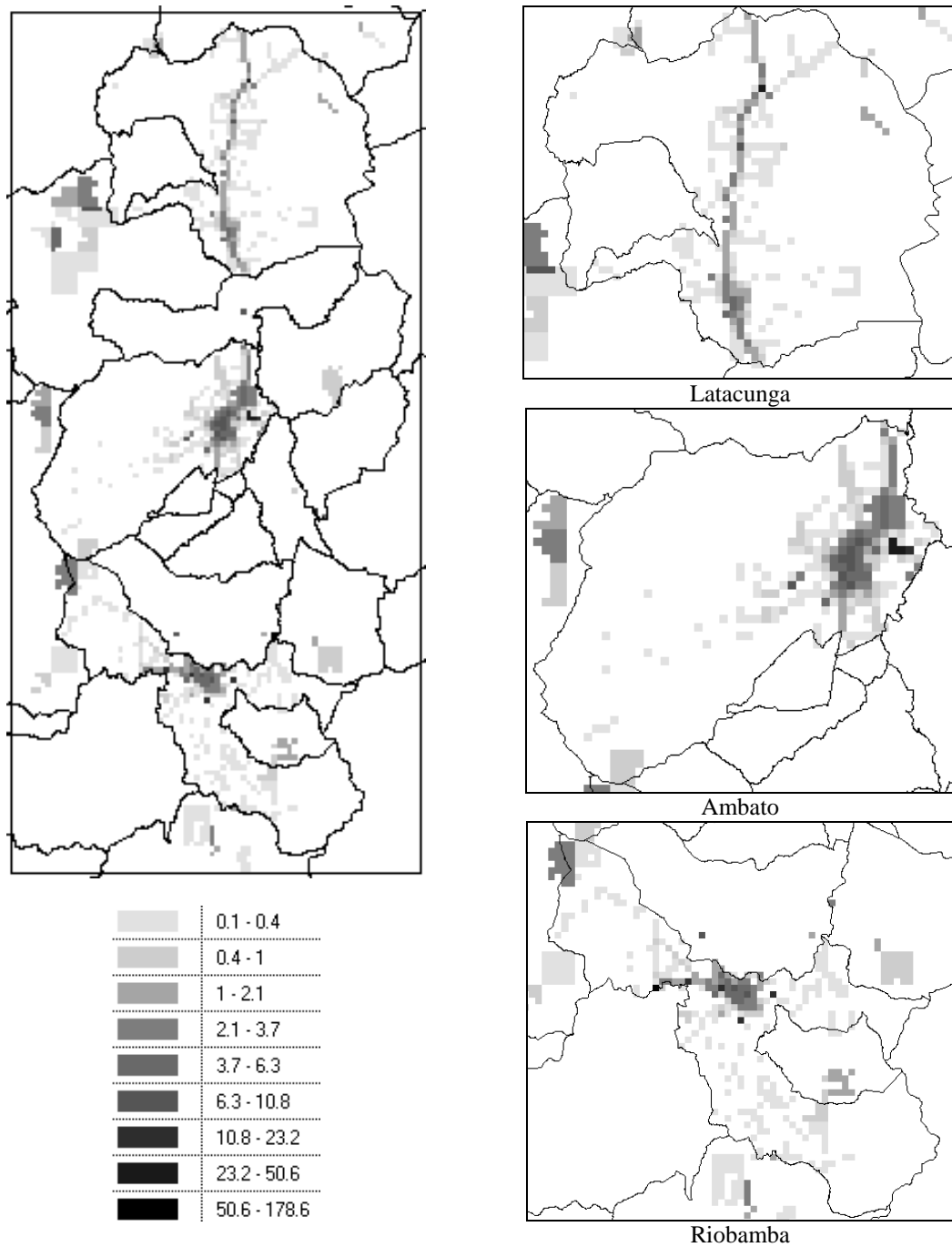


Figura 44: Mapa de emisiones de PM₁₀ (t a⁻¹) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

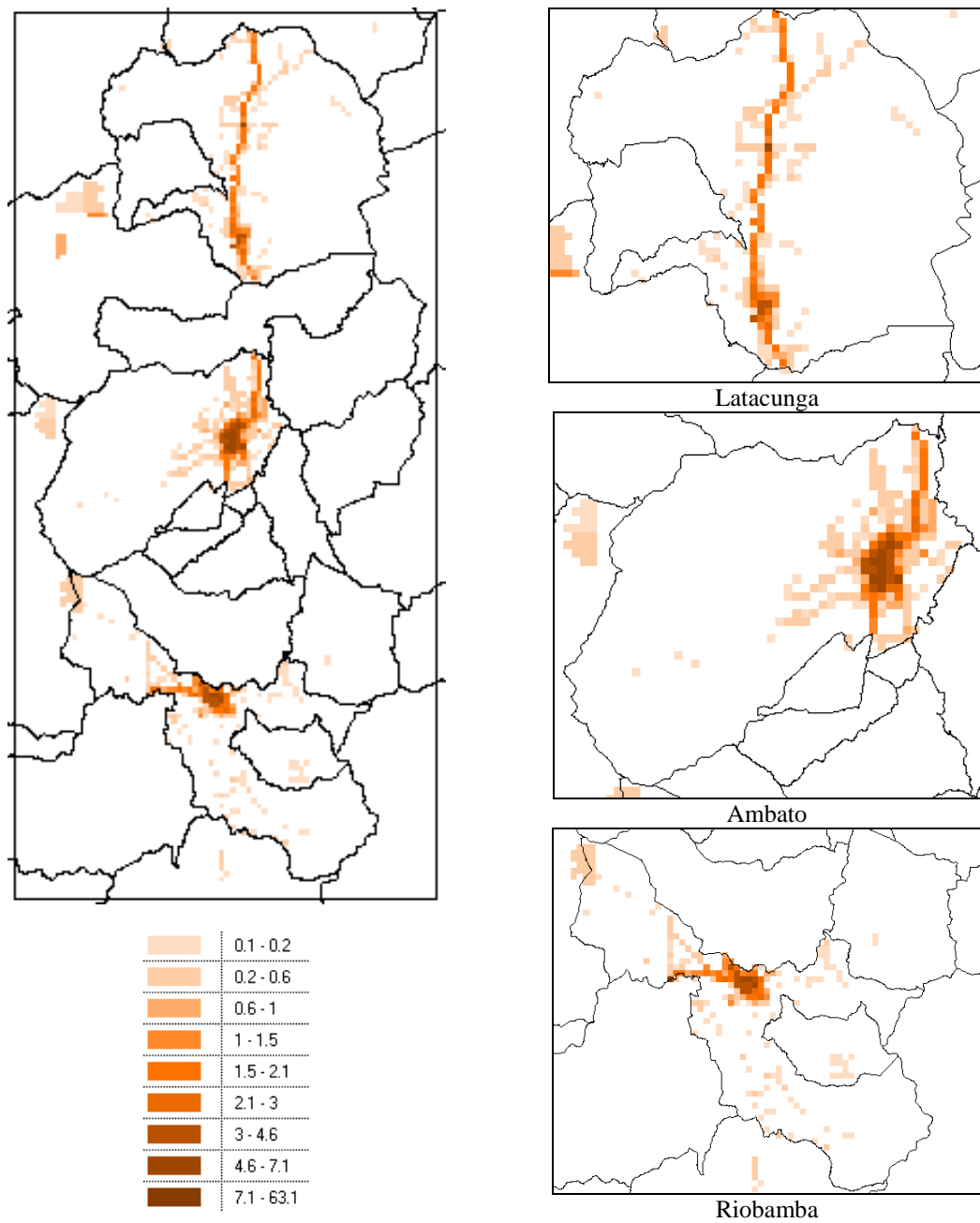


Figura 45: Mapa de emisiones de PM_{2.5} (t a⁻¹) en la malla de emisiones de los cantones Riobamba, Ambato y Latacunga durante el año 2010

17.10 Resumen por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador

Las tablas 29 y 30 presentan el resumen de las emisiones de contaminantes primarios y de gases de efecto invernadero, para los 9 cantones analizados. Adicionalmente los resultados de los últimos inventarios oficiales, desarrollados con el mismo enfoque, para el Cantón Cuenca y el Distrito Metropolitano de Quito.

Tabla 29: Resumen de emisiones por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador (t a⁻¹)

Cantón o jurisdicción	Año base	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Esmeraldas	2010	3919.7	8511.7	4968.8	13 796.9	491.8	350.5	1 119 125.4	156 754.3	34.5
Ibarra	2010	2869.0	9856.5	2708.3	260.3	1879.7	548.3	271 503.1	753.2	20.8
Santo Domingo	2010	5456.0	18 923.3	8807.4	598.6	456.7	373.4	512 793.7	706.0	36.9
Manta	2010	3000.7	11 309.1	4144.3	475.0	147.3	115.7	397 076.7	67.4	21.1
Portoviejo	2010	2417.3	12 304.6	4004.2	242.0	166.4	134.4	288 336.1	66.3	21.4
Milagro	2010	1436.7	7622.7	2162.4	243.6	2521.4	1471.1	222 826.3	171.8	12.8
Riobamba	2010	3774.2	11 757.5	3509.0	1437.3	449.0	232.2	668 417.6	72.3	37.4
Ambato	2010	3967.4	16 703.2	5874.6	387.1	476.3	227.1	448 979.6	590.2	34.6
Latacunga	2010	2729.9	9232.5	3651.5	586.7	275.1	183.2	336 439.1	226.8	20.4
Cuenca ¹	2009	7384.0	37 959.0	15 701.0	1665.0	1253.0	873.0	1 072 652.0	3734.0	69.0
Distrito Metropolitano de Quito ²	2007	34 315.0	103 989.0	36 123.0	10 212.0	3382.0	1391.0	3 472 327.0	11 720.0	197.0
Total:		71 270.0	248 169.1	91 654.6	29 904.4	11 498.6	5899.8	8 810 476.6	174 862.3	505.8

1: Parra (2011). 2: (Corpaire, 2009)

Tabla 30: Resumen de emisiones por cantones y comparación con otros inventarios del Ecuador (%)

Cantón o jurisdicción	Año base	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Esmeraldas	2010	5.5	3.4	5.4	46.1	4.3	5.9	12.7	89.6	6.8
Ibarra	2010	4.0	4.0	3.0	0.9	16.3	9.3	3.1	0.4	4.1
Santo Domingo	2010	7.7	7.6	9.6	2.0	4.0	6.3	5.8	0.4	7.3
Manta	2010	4.2	4.6	4.5	1.6	1.3	2.0	4.5	0.0	4.2
Portoviejo	2010	3.4	5.0	4.4	0.8	1.4	2.3	3.3	0.0	4.2
Milagro	2010	2.0	3.1	2.4	0.8	21.9	24.9	2.5	0.1	2.5
Riobamba	2010	5.3	4.7	3.8	4.8	3.9	3.9	7.6	0.0	7.4
Ambato	2010	5.6	6.7	6.4	1.3	4.1	3.8	5.1	0.3	6.8
Latacunga	2010	3.8	3.7	4.0	2.0	2.4	3.1	3.8	0.1	4.0
Cuenca	2009	10.4	15.3	17.1	5.6	10.9	14.8	12.2	2.1	13.6
Distrito Metropolitano de Quito	2007	48.1	41.9	39.4	34.1	29.4	23.6	39.4	6.7	38.9
Total:		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Se totalizan 71.3 kt a⁻¹ de NO_x, correspondiendo en 48.1 % al Distrito Metropolitano de Quito y 10.4 % a Cuenca.

Se totalizan 248.1 kt a⁻¹ de CO, correspondiendo en 41.9 % al Distrito Metropolitano de Quito y 15.3 % a Cuenca.

Se totalizan 91.6 kt a⁻¹ de COV, correspondiendo en 39.4 % al Distrito Metropolitano de Quito y 17.1 % a Cuenca.

Se totalizan 29.9 kt a⁻¹ de SO₂, correspondiendo en 46.1 % a Esmeraldas y el 34.1 % al Distrito Metropolitano de Quito.

En relación al PM₁₀, se totalizan 11.5 kt a⁻¹, correspondiendo 29.4% al Distrito Metropolitano de Quito, 21.9 % a Milagro y 16.3 % a Ibarra.

En relación al PM_{2.5}, se totalizan 5.9 kt a⁻¹, correspondiendo 24.9 % a Milagro, 23.6 % al Distrito Metropolitano de Quito y 14.8 % a Cuenca.

Se totalizan 8810.5 kt a⁻¹ de CO₂, correspondiendo el 39.4 % al Distrito Metropolitano de Quito, el 12.7 % a Esmeraldas y 12.2 % a Cuenca.

La Tabla 31 indica los valores de emisión per cápita. El indicador de CO₂ eq. fue calculado con valores para el potencial de calentamiento global de 25 y de 298, para el CH₄ y N₂O, respectivamente (IPCC, 2007).

La emisión per cápita de NO_x es mayor para Esmeraldas (20.7 kg habitante⁻¹ a⁻¹), por la influencia de las emisiones de la refinera y térmicas. El indicador varía entre 16 y 16.7 kg habitante⁻¹ a⁻¹, para Latacunga, el Distrito Metropolitano de Quito y Riobamba.

La emisión per cápita de CO es mayor para Cuenca (80.6 kg habitante⁻¹ a⁻¹). Para las demás regiones, el indicador varía entre 43.9 y 54.4 kg habitante⁻¹ a⁻¹

Tabla 31: Valores de emisión per cápita por cantones o jurisdicción (kg habitante⁻¹ a⁻¹ para NO_x, CO, COV, SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}; t habitante⁻¹ a⁻¹ para CO₂; t CO₂ eq. habitante⁻¹ a⁻¹)

Cantón o jurisdicción	NO _x	CO	COV	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	CO ₂ eq.
Esmeraldas	20.7	44.9	26.2	72.8	2.6	1.8	5.91	26.64
Ibarra	15.8	54.4	14.9	1.4	10.4	3.0	1.50	1.64
Santo Domingo	14.8	51.4	23.9	1.6	1.2	1.0	1.39	1.47
Manta	13.2	49.9	18.3	2.1	0.7	0.5	1.75	1.79
Portoviejo	8.6	43.9	14.3	0.9	0.6	0.5	1.03	1.06
Milagro	8.6	45.7	13.0	1.5	15.1	8.8	1.34	1.39
Riobamba	16.7	52.1	15.5	6.4	2.0	1.0	2.96	3.02
Ambato	12.0	50.6	17.8	1.2	1.4	0.7	1.36	1.44
Latacunga	16.0	54.2	21.4	3.4	1.6	1.1	1.97	2.04
Cuenca ¹	15.7	80.6	33.3	3.5	2.7	1.9	2.28	2.52
Distrito Metropolitano de Quito ²	16.6	50.4	17.5	4.9	1.6	0.7	1.68	1.85

1: Parra (2011). 2: (Corpaire, 2009)

La emisión per cápita de COV es mayor para Cuenca (33.3 kg habitante⁻¹ a⁻¹), Esmeraldas (26.2 kg habitante⁻¹ a⁻¹) y Santo Domingo (21.4 kg habitante⁻¹ a⁻¹). En este indicador influyen particularmente las emisiones de la vegetación y las industrias.

La emisión per cápita de SO₂ es marcadamente mayor para Esmeraldas (72.8 kg habitante⁻¹ a⁻¹), por las emisiones que se atribuyen a la refinera y térmicas. Para las otras regiones, el indicador varía entre 0.9 y 6.4 kg habitante⁻¹ a⁻¹.

La emisión per cápita de PM₁₀ es mayor para Milagro e Ibarra (15.1 y 10.4 kg habitante⁻¹ a⁻¹), por las emisiones que se atribuyen a la combustión de biomasa (bagazo). Para las otras regiones, el indicador varía entre 0.6 y 2.7 kg habitante⁻¹ a⁻¹.

La emisión per cápita de PM_{2.5} es mayor para Milagro, Cuenca e Ibarra (8.8, 1.9 y 1.8 kg habitante⁻¹ a⁻¹), por las emisiones que se atribuyen a la combustión de biomasa (bagazo) o leña

en ladrilleras artesanales. Para las otras regiones, el indicador varía entre 0.7 y 1.1 kg habitante⁻¹ a⁻¹.

Los indicadores de CO₂ corresponden a las emisiones por el uso de combustibles fósiles para fines energéticos, las emisiones de proceso de ciertos procesos industriales y las correspondientes a los rellenos sanitarios.

El mayor valor de CO₂ per cápita corresponde a Esmeraldas (5.91 t habitante⁻¹ a⁻¹), y el menor a Portoviejo (1.03 t habitante⁻¹ a⁻¹). La magnitud para Esmeraldas se explica por la influencia de la refinería de Esmeraldas. El segundo valor más importante corresponde a Riobamba (2.96 t habitante⁻¹ a⁻¹), que se explica por las emisiones con las que contribuye la fábrica de Cementos Chimborazo. Los valores para las demás regiones varían entre 1.03 y 2.28 t habitante⁻¹ a⁻¹.

18. Conclusiones y recomendaciones

Este informe presenta el inventario preliminar de las emisiones de contaminantes del aire y de gases de efecto invernadero de los cantones Esmeraldas, Ibarra, Santo Domingo, Manta, Portoviejo, Milagro, Riobamba, Ambato y Latacunga, tomando como base el año 2010. Se focalizó la estimación de las emisiones anuales, como base para la futura generación de información a nivel diario y horario, con alta resolución espacial (celdas de 0.9276 km de lado), por medio de un dominios rectangulares dentro de los cuales se inscribe el territorio de los cantones.

Se incluyen como contaminantes primarios a los NO_x , CO, COV, SO_2 , PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$. Adicionalmente se incluyen al CO_2 , CH_4 y N_2O como gases de efecto invernadero. El inventario cuenta con los elementos necesarios para ser utilizado con objetivos de política y gestión ambiental.

El inventario incluye las emisiones del tráfico vehicular, vegetación, industrias, centrales térmicas, gasolineras, uso de GLP doméstico, uso de disolventes, canteras, erosión eólica, tráfico aéreo, rellenos sanitarios, ladrilleras y caleras.

Las fuentes consideradas cubren en alto porcentaje las emisiones de contaminantes primarios. Puede adicionarse a futuro otras fuentes como incendios forestales, incendios estructurales, asaderos, actividades agrícolas y ganaderas, florícolas; aunque se espera que, en relación a los contaminantes primarios, su aporte sea marginal.

El inventario describe la conformación del patrón de emisiones en los nueve cantones, incluyendo un análisis cualitativo de la incertidumbre.

En la medida que la información proporcionada lo permitió, el inventario fue desarrollado dando prioridad al enfoque bottom - up. Sin embargo hubo la necesidad de aplicar un enfoque combinado o en complemento con el enfoque top - down.

Las emisiones de COV de la vegetación y de PM_{10} por erosión eólica, fueron estimadas para el territorio completo de las mallas de emisiones. En función de la información disponible, las emisiones de los demás sectores, corresponden principalmente al territorio de cada cantón.

Las emisiones del tráfico vehicular se establecieron diferenciando seis categorías para los vehículos a gasolina, y cinco para los vehículos a diesel. Para cuatro de las categorías de vehículos de gasolina se hizo una subcategorización en base al tamaño del motor.

Una forma de comprobar la bondad de los inventarios de emisiones, es utilizarlos en la simulación numérica de la calidad del aire. Se recomienda que como siguiente etapa, se estructuren archivos de emisiones horarias para realizar ejercicios de simulación de la calidad del aire, por medio de un modelo de transporte químico euleriano; y poder comparar los niveles de inmisión calculados, con los registros de calidad del aire.

Para la actualización del inventario, se recomienda priorizar aquellas fuentes con registros incompletos (emisiones de proceso del sector industrial) y aquellas con las mayores contribuciones de contaminantes primarios y con mayores niveles de incertidumbre.

La Tabla 32 se presenta un resumen por fuentes de emisión, de recomendaciones para la nueva actualización del inventario de emisiones.

Tabla 32: Resumen de recomendaciones para la futura actualización del inventario de emisiones

Sector	Información de actividad	Factores de emisión
Tráfico vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar el mapa de intensidad de tráfico de la red vial de todo el dominio de emisiones, que de ser posible en base a conteos • Caracterizar la composición del parque vehicular que realmente circula en las principales calles, avenidas y vías de la malla de emisiones. • Actualizar y/o revisar la información sobre las distancias anuales recorridas y el rendimiento por unidad de combustible consumido por tipo de vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover estudios para la determinación de factores de emisión propios para cada cantón • Promover el estudio de la influencia de la altura en los factores de emisión • Revisar a futuro las fuentes de referencia utilizadas en este inventario, para verificar la evolución de los factores de emisión • Analizar la posibilidad de utilidad modelos de emisiones como el MOBILE para la determinación de los factores de emisión con información propia del Ecuador
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar o actualizar el mapa de usos del suelo • Generar información local sobre la biomasa foliar • Elaborar los mapas de temperatura y radiación solar mediante simulaciones de un modelo meteorológico euleriano. De ser posible, verificar los resultados de las simulaciones meteorológicas con registros de estaciones meteorológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover estudios para la determinación de los factores de emisión de las especies relevantes en los cantones. • Revisar las fuentes consultadas en este inventario, principalmente la base de datos de la Universidad de Lancaster, a fin de utilizar factores de emisión actualizados • Revisar la literatura internacional para el uso de reciente información.
Industrias	<ul style="list-style-type: none"> • Complementar y mantener el catastro de industrias, registrando los niveles de producción, consumo de combustibles, ubicación de chimeneas y demás información que consta en el formulario respectivo que se utilizó para la colecta de información del inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA, EEA e IPCC principalmente • Analizar la posibilidad de definir factores de emisión de las industrias más relevantes, en base a las medidas de emisiones de chimeneas
Térmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizados los datos del consumo de combustible y generación de electricidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA, EEA e IPCC • Analizar la posibilidad de definir factores de emisión de las centrales más relevantes, en base a las medidas de emisiones de chimeneas
Disolventes	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el mapa de densidad de población y el PIB per cápita 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en otros inventarios de emisiones, como el de México, y de los documentos de la USEPA, EEA e IPCC principalmente
Gasolineras	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizada el catastro de gasolineras, centros de acopio de combustibles y de la información de venta de combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y EEA principalmente

GLP doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar el mapa de densidad de población y del PIB per cápita • Estructurar una estadística del consumo real de GLP. El uso de estadísticas de cantidad envasada o de venta, no necesariamente implica que esa cantidad de combustible se haya utilizado en la zona de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y EEA principalmente
Tráfico aéreo	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizada la información del número de operaciones, del tipo y número de aeronaves por aerolínea 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y EEA principalmente
Rellenos sanitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizada la información sobre la cantidad de residuos que se depositan en rellenos sanitarios • Revisar y/o actualizar la composición típica de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los modelos de emisiones y factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y del IPCC principalmente
Ladrilleras, caleras	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener actualizado el catastro de las ladrilleras y caleras, incluyendo información sobre la ubicación, producción anual y estacional, así como del tipo y consumo de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y EEA principalmente
Erosión eólica	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar los mapas del viento en superficie mediante simulaciones de un modelo meteorológico euleriano. • Recopilar información de lluvia, de ser posible de todas las estaciones meteorológicas existentes en la malla de emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales nuevas versiones de la principal referencia utilizada en este inventario • Revisar las potenciales actualizaciones de los modelos de emisiones y factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA
Canteras	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar y mantener la base de datos de las canteras 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las potenciales actualizaciones de los factores de emisión que se difunden en los documentos de la USEPA y EEA principalmente

19. Referencias

- AEADE. (2010). Anuario 2010. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.
- Atkinson R. and Arey J. (1998). Atmospheric chemistry of biogenic organic compounds. *Accounts of Chemical of Research*, 31, 574 - 583.
- Colvile R.N., Hutchinson E.J., Mindell J.S. and Warren R.F. (2001). The transport sector as a source of air pollution. *Atmospheric Environment*, 35, 1537 - 1565.
- Conelec. (2011). 2010 Boletín Estadístico del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Consejo Nacional de Electricidad, 204 p.
- Corpaire, (2009). Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito 2007. Quito, Ecuador, 100 p.
- DEQ. (2007): Michigan Department of Environment Quality. Emission Calculation Fact Sheet. Municipal Solid Waste Landfills. Internet, <http://www.michigan.gov/deq>.
- EEA . (2007). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. Technical Report No 16/2007.
- EEA. (2009). EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2009. Technical Report No 9/2009.
- Fall R. (1999). Biogenic emissions of volatile organic compounds from higher plants. In :Reactive hydrocarbons in the atmosphere, Editor C.N. Hewitt. San Diego (Estados Unidos), 322 p.
- Guenther A.B., Zimmerman P.R. and Harley P.C. (1993). Isoprene and Monoterpenes Emission Rate Variability: Model Evaluations and Sensitivity Analysis. *Journal of Geophysical Research*, 98(D7), 12609 - 12617.
- INEC. (2012). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <http://www.inec.gob.ec/>.
- IPCC. (1996). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory, <http://www.ipcc.nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>, 2012.
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc.nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007. Synthesis Report, <http://www.ipcc.org>.
- Jacobson M. (2002). Atmospheric Pollution. History, science and regulation. Cambridge University Press, Nueva York (Estados Unidos), 656 p.
- MAE – COSUDE. (2010). Plan Nacional de la Calidad del Aire. Ministerio del Ambiente - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, 74 p.
- MAGAP. (2012). Uso coberturas de la tierra. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura, y Pesca, <http://www.magap.gob.ec>
- Ministerio de Turismo, 2010. Boletín de Estadísticas Turísticas 2006 - 2010, 138 p.
- NCAR. (2012). The National Center for Atmospheric Research. <http://www.ncar.ucar.edu/>.
- Nevers N. (1998). Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw-Hill, México D.F. (México), 546 p.
- Ntziachristos L. and Samaras Z. (2000). COPERTIII Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (Version 2.1). European Environment Agency. Technical report No 49.

Parra R. (2008). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca, Año 2007. Elaborado para Cuencaire y la Comisión de Gestión Ambiental del Ilustre Municipio de Cuenca. Programa Calidad del Aire Ecuador. Fundación Natura.

Parra R. (2011). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca. Año 2009. Elaborado para la EMOV-EP, Municipio de Cuenca. Programa Calidad del Aire.

Seinfeld J. and Pandis S. (1998). Atmospheric chemistry and physics. From Air Pollution to Climate Change. John Wiley & Sons, Inc. New York (Estados Unidos), 1326 p.

SMACM. (2004). Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México. 2004. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México.

SMACM. (2010). Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM 2008. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México.

Universidad de Lancaster. (2012) Base de datos de factores de emisión de la vegetación, <http://www.es.lancs.ac.uk/cnhgroup/hope.htm>.

USEPA. (2004). Air Chief 11. Emission Factor and Inventory Group. US Environmental Protection Agency. Research Triangle Park NC 27 711. CD ROM.

USEPA (2012). Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/ttnchief1/ap42>.

Van Aardenne J.A. (2002). Uncertainty in emission inventories. PhD thesis. Wageningen University, 143 p.

Wark K. y Warner C. (1990). Contaminación del Aire. Origen y Control. Editorial Limusa, México D.F. (México), 650 p.

WGA. (2006). WRAP Fugitive Dust Handbook, Western Governors' Association, Denver, Colorado.

WRF. (2012). The Weather Research and Forecasting Model, <http://wrf-model.org>.