

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE MODELACIÓN DE FUENTES MÓVILES

ENEL CODENSA S. A E. S.P

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA OCCIDENTE FUNZA-ETAPA CONSTRUCTIVA

Modelo de emisión de fuentes móviles.

**FUNZA-CUNDINAMARCA
FEBRERO 2021**



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE MODELACIÓN DE FUENTES MÓVILES
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA OCCIDENTE-FUNZA****Elaboró:** 

Kevin Ardila Rincón

Revisó: 
Slendy Villamizar Aponte**Aprobó:** 
Karols Scaldaferro Ruiz

El modelo de fuentes móviles fue realizado por Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM por medio de la Resolución 0052 de 2021, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes; certificada en calidad bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007 a través de COTECNA, ubicada en la ciudad de Barranquilla. El grupo de trabajo estuvo conformado por los siguientes funcionarios:

KEVIN ARDILA RINCÓN

Desarrollador de inventario de emisiones y modelación de dispersión atmosférica

SLENDY VILLAMIZAR APONTE

Jefe de proyectos

KAROLS SCALDAFERRO RUIZ

Ingeniero de consultoría



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS	7
2.1 OBJETIVO GENERAL	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3. GENERALIDADES	8
3.1 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO	8
3.2 CONTAMINANTES A EVALUAR	8
4. CONCEPTO DEL IVE MODEL 2.0	9
4.1 VENTAJAS AL APLICAR EL IVE MOBILE 2.0	9
5. CÁLCULOS IVE MODEL 2.0	11
5.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	13
6. MODELO DE FUENTES MÓVILES	16
6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA SIMULACIÓN – IVI MODEL 2.0	16
6.2 DATOS DE ENTRADA AL INVENTARIO DE FUENTES MÓVILES	17
6.3 CORRIDA DEL IVE MODEL EN EL TRAMO VIAL DEL MODELO	22
7. RESULTADOS.....	45
7.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS AVENIDA 1 OCCIDENTE	45
7.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS AVENIDA 2 OCCIDENTE	49
7.3 COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS ENTRE LAS DOS VÍAS INCLUIDAS	52
8. CONCLUSIONES	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los puntos de aforo	17
Figura 2. Generar la flota vehicular de las motos	23
Figura 3. Generar la flota vehicular de los autos	24
Figura 4. Generar la flota vehicular de los buses	25
Figura 5. Generar la flota vehicular de los camiones	26
Figura 6. Creación del archivo localidad en la plataforma del IVE – Av 1	27
Figura 7. Crear archivo localidad para la flota vehicular de las motos avenida 1	28
Figura 8. Cálculo de las emisiones causadas por las motos en la Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0	29
Figura 9. Cargar la flota vehicular de autos en la Av 1 en la plataforma del IVE.	30
Figura 10. Cálculo de las emisiones generadas por los autos Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0	31
Figura 11. Cargar la flota vehicular de buses en la Av 1 de Occidente en la plataforma del IVE.	32
Figura 12. Cálculo de las emisiones generadas por los buses Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0	33
Figura 13. Cargar la flota vehicular de camiones de la Av 1 Occidente en la plataforma del IVE.	34
Figura 14. Cálculo de las emisiones generadas por los camiones en la Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0. 35	
Figura 15. Creación del archivo localidad en la plataforma del IVE – Av 2 Occidente.	36
Figura 16. Crear archivo localidad para la flota vehicular de las motos avenida 2 Occidente	37
Figura 17. Cálculo de las emisiones causadas por las motos en la Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0	38
Figura 18. Cargar la flota vehicular de autos en la Av 2 en la plataforma del IVE.	39
Figura 19. Cálculo de las emisiones generadas por los autos Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0	40
Figura 20. Cargar la flota vehicular de buses en la Av 2 de Occidente en la plataforma del IVE.	41
Figura 21. Cálculo de las emisiones generadas por los buses Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0	42
Figura 22. Cargar la flota vehicular de camiones de la Av 2 Occidente en la plataforma del IVE.	43
Figura 23. Cálculo de las emisiones generadas por los camiones en la Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0. 44	



ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Aporte de emisión de PM10 Avenida 1 Occidente por tipo de vehículo.	46
Gráfica 2. Aporte de emisión de SO2 por tipo de vehículo Av 1 Occidente	47
Gráfica 3. Aporte de emisión de NOx por tipo de vehículo, Av 1	48
Gráfica 4. Aporte de emisión de PM10 Avenida 2 Occidente por tipo de vehículo.	49
Gráfica 5. Aporte de emisión de SO2 por tipo de vehículo Av 2 Occidente	50
Gráfica 6. Aporte de emisión de NOx por tipo de vehículo, Av 2 Occidente	51
Gráfica 7 comparativa de las emisiones en cada una de las vías	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aforos vehiculares avenida 1	18
Tabla 2. Aforos vehiculares avenida 2	19
Tabla 3. Resumen aforo vehicular	20
Tabla 4. Clasificación de vehículos por peso bruto	21
Tabla 5. Cálculo de la distancia recorrida por el número de vehículos avenida 1	22
Tabla 6. Cálculo de la distancia recorrida por el número de vehículos avenida 2	22
Tabla 7. Consolidado e las emisiones en carga por cada tipo de vehículo Av 1	45
Tabla 8. Consolidado e las emisiones en carga por cada tipo de vehículo Av 2	49
Tabla 9. Consolidado resumen de las emisiones en carga (g/s) de cada avenida	52



1. INTRODUCCIÓN

ENEL CODENSA S. A E.S.P., contrató los servicios de **INGENIERÍA Y DISEÑO INGEDISA S.A.** que a su vez contrato los servicios de **SERAMBIENTE S.A.S**, para la realización de aforo vehicular en el área de influencia del proyecto denominado Subestación Eléctrica Occidente, la cual se encuentra localizada en el municipio de Funza, en el departamento de Cundinamarca, a fin determinar las emisiones en carga de los tres contaminantes criterio, en la etapa constructiva del proyecto.

El inventario de fuentes móviles y modelación de contaminación atmosférica sirve a la autoridad ambiental para tomar medidas de prevención, control y mitigación en la problemática causada por los contaminantes del aire. Además, permite analizar los problemas de contaminación del aire desde diferentes ópticas, por ejemplo, la contaminación que causan los vehículos según la categoría o tipo de vehículo, los combustibles usados como son el diésel y la gasolina y los contaminantes que generan, tipo de tecnologías en el parque automotor que más están afectando, entre otras cosas.

Para realizar el inventario de fuentes móviles se usó el IVE MODEL 2.0; software de modelación y cálculo de emisiones atmosféricas causadas por fuentes móviles, basado en tasa de emisiones vehiculares y desarrolladas en los Estados Unidos. A nivel nacional ya ha sido utilizado como ocurrió en el estudio hecho en Bogotá en el año 2005, avalado por la EPA en el 2008, como resultado se obtuvo la publicación de las tasas o factores de emisión en la base de datos del modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE), flotas vehiculares típicas, y localidades viales con patrones de conducción.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar cuantitativamente contaminantes atmosféricos por las fuentes que, por su uso, son susceptibles a desplazarse, como son los automotores o vehículos de transportes a través del modelo internacional de emisiones (IVE), para la Subestación Eléctrica Occidente-Funza, en etapa constructiva con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos ambientales del proyecto.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar la información de flora vehicular durante un periodo de veinticuatro horas continuas, en día hábil y festivo en la etapa constructiva del proyecto.
- Realizar reporte de la identificación y características como ancho de la calzada y número de carriles.
- Clasificación de vehículos por peso.
- Representar los resultados obtenidos de la información procesada mediante modelo IVE MODEL 2.0.



3. GENERALIDADES

3.1 Empresa responsable del estudio

El desarrollo del modelo de fuentes móviles fue realizado por Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. empresa acreditada por el IDEAM por medio de la Resolución 0052 de 2021 expedida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes, ubicada en la Carrera 41 # 73B – 72 en la ciudad de Barranquilla.

3.2 Contaminantes a evaluar

En el estudio se evalúa parte de los contaminantes regulados por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). La modelación se enfoca en evaluar los siguientes contaminantes:

- Partículas de diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM10)
- Óxido de Nitrógeno (NO_x)
- Dióxido de azufre (SO₂)



4. CONCEPTO DEL IVE MODEL 2.0

El modelo internacional de emisiones vehiculares es una herramienta de ingeniería que busca estimar las emisiones de las fuentes móviles en las vías por donde transitan. Está estructurado con base a factores de emisión que reúnen todas las características influyentes en la generación de los contaminantes, además es flexible para ser aplicado en países subdesarrollados por lo que al reunir la información requerida por el modelo no se necesita de tecnología de punta sino de una buena estrategia ingenieril y manejo logístico del trabajo de campo para levantar la información.

El modelo se fundamenta en tres componentes necesarios para completar un inventario de fuentes móviles, los cuales son:

- Tasa o factores de emisión.
- Actividad vehicular (aforo).
- Distribución de la flota vehicular (tecnologías).

4.1 Ventajas al aplicar el IVE MOBILE 2.0

Las ventajas principales del modelo al calcular las emisiones son:

- A. Las emisiones pueden ser calculadas por hora del día. Lo cual es una herramienta útil al analizar las estrategias de regular tráfico vehicular por horarios.
- B. Aparte de calcular los contaminantes criterio (MP, SO_x, NO_x), calcula la cantidad de gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O y CH₄) tema el cual a nivel mundial está siendo investigado debido al cambio climático, obligando a los gobiernos en trabajar en este delicado problema.
- C. Los factores de emisión son expresados de acuerdo con el patrón de conducción en la vía de interés (Análisis del movimiento uniformemente acelerado).



- D. Los factores de emisión incluyen características tales como: el número de veces que prende el vehículo al día (partidas) y el tiempo que permanece el motor apagado antes un arranque (tiempo soak).
- E. Tiene en cuenta las variables ambientales más significativas como son: altitud, temperatura media y humedad relativa.
- F. Los factores de emisión son determinados con base a la distribución de la flota vehicular. La base de datos del modelo es lo suficientemente amplia para clasificar las tecnologías encontradas en la localidad evaluada; cuenta con 1372 tecnologías y 45 cupos más para incluir nuevas en caso de encontrarse.
- G. Permite ingresar la composición típica de los combustibles más usados como son: gasolina y diésel.



5. CÁLCULOS IVE MODEL 2.0

Para determinar las emisiones atmosféricas de las fuentes móviles, el IVE MODEL 2.0 utiliza la información que se alimenta a la base de datos, y mediante ecuaciones, calcula las emisiones en la unidad requerida, para ello se fundamenta en ecuaciones básicas como se explica a continuación:

La ecuación básica utilizada para la estimación de emisiones multiplica, la distancia recorrida que suman todos los vehículos evaluados por el factor de emisión definido:

$$E_{FM} = N_{veh} \times d_{via} \times FE$$

Donde:

E_{fm} =Emisión del contaminante por las fuentes móviles.

N_{veh} =Numero de vehículos.

d_{via} = Distancia o longitud de la vía.

FE =Factor de emisión.

Por ejemplo; si tras alimentar el IVE, éste obtiene que el factor de emisión para (NOx) en el área evaluada es de 0,41gr/veh.Km, y el aforo vehicular diario marco 6433 en una vía cuya longitud de interés es de 1Km, entonces se tiene:

$$E_{FM} = N_{veh} \times d_{via} \times FE$$

$$E_{FM} = 6433 \frac{veh}{dia} \times 1Km \times 0,41 \frac{gr}{veh.Km}$$

$$E_{FM} = 2637,53gr / dia$$

La función del IVE MODEL 2.0 es determinar cuál es el factor de emisión (FE), el cual se obtiene con base a la información alimentada: tecnologías de la flota vehicular, condiciones ambientales, composición de los combustibles, patrones de conducción, partidas y tiempo soak. Luego tras



alimentar los (Km) recorridos por todos los vehículos que transitan en la unidad del tiempo se realiza el cálculo matemático para así obtener las emisiones.

La base de factores de emisión en el IVE MODEL 2.0 están dados por dos tipos de emisiones: emisiones en ruta y emisiones en partida. Por tal razón es que se toman los patrones de conducción y el número de partidas, de esta forma el IVE garantiza la diferencia en la emisión de contaminantes cuando el vehículo está en movimiento con respecto a cuándo arranca, haciendo de esta manera los cálculos más precisos y confiables.

Mediante investigaciones se ha demostrado que la velocidad, aceleración y desaceleración de un vehículo tienen un profundo impacto en las emisiones a la salida del tubo de escape del vehículo. Esto se refleja de manera significativa en las emisiones de CO en donde se observa que éstas pueden variar hasta 200 veces, bajo ciertas condiciones de conducción. (User manual IVE 2.0, 2008).

Debido a lo anterior otra de la información importante que debía ser procesada previo a correr el modelo de emisiones atmosféricas por fuentes móviles era el relacionado con los patrones de conducción, los cuales estaban en función de la velocidad lineal de los vehículos.

Uno de los datos típicos que hubo que suponer fue la velocidad m/seg, y se realizó el análisis de los patrones de conducción, los cuales tenían como fin definir el valor de Bin que requiere el modelo, el cual está dado según la velocidad de potencia específica vehicular (VSP) del vehículo y el estrés del motor (ESM), parámetros íntimamente relacionados con el movimiento uniformemente acelerado.

El Bin es la variable que dice la fracción del tiempo que un vehículo fue conducido a cierto valor de velocidad de potencia específica vehicular (VSP) y estrés del motor (ESM), por tal motivo se debían calcular estas variables y determinar el tiempo en que tomaban determinados valores de Bin.



5.1 Procedimiento de cálculo

En el modelo IVE, los patrones de conducción están caracterizados usando dos parámetros:

- Potencia específica vehicular (VSP)
- Estrés del motor. (ESM)

A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas para calcular estas dos variables:

- **Potencia específica vehicular (VSP).**

$$VSP = v[1.1a + 9.81 \arctan(\sin(m)) + 0.132] + 0.000302v^3$$

Donde:

m: es la pendiente de la vía.

v: velocidad (m/s)

a: aceleración (m/s²)

La pendiente (m) se puede determinar con la siguiente ecuación:

$$m = \frac{h_2 - h_1}{v \times t}$$

Donde:

h₂: Altitud del punto 2 de la vía (m)

h₁: Altitud del punto 1 de la vía (m)

t: tiempo promedio de viaje (seg)

Si la pendiente (m) no es significativa se puede asumir como cero.



● Estrés del motor. (ESM)

$$ESM = I_{RPM} + 0.08W$$

Donde:

W: Potencia promedio (Promedio de VSPT=5 a t=25) (KW/Ton)

IRPM: Índice revoluciones por minuto = $v_t=0$ /Divisor de velocidad (Por tablas)

Ejemplo. Si en una vía en particular, se determinó que durante el viaje en esta vía el 10,34% del tiempo de viaje el conductor normal vario la velocidad en un segundo de 27 a 25 Km/h, ¿cuál será el Bin asignado para este patrón de conducción?

En ese orden de ideas, se tiene que:

- Se calcula la aceleración del vehículo en ese preciso instante:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$a = \frac{(25 - 27) \times \left(\frac{1000}{3600}\right)}{1}$$

$$a = -0,56m / seg^2$$

- Se calcula la velocidad promedio:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$v = \frac{27 + 25Km / h \times \left(\frac{1000}{3600}\right)}{2}$$

$$v = 7,22m / s$$



- Cálculo del VSP promedio.

$$VSP = v[1.1a + 9.81 \arctan(\sin(m)) + 0.132] + 0.000302v^3$$

$$VSP = 7,22[1.1(-0,56) + 9.81 \arctan(\sin(0)) + 0.132] + 0.000302(7,22)^3$$

$$VSP = -3,38$$

- Cálculo de ESM.

$$ESM = I_{RPM} + 0.08W$$

Divisor de velocidad = 3 (tabla 1, Anexo C User manual IVE 2.0, 2008)

Punto de corte: 6,94m/s

$$I_{RPM} = 6,94 / 3 = 2,31$$

$$ESM = 2,31 + 0.08(-3,38)$$

$$ESM = 2,04$$

El resultado del procesamiento de datos es la fracción de tiempo recorrido en cada una de las categorías de VSP y estrés. Hay tres categorías de estrés y 20 categorías de VSP, con un total de 60 bins. La lista de las categorías correspondientes a los VSP y estrés se muestra en la tabla IV.1 del User manual IVE 2.0.

Con un VSP=-3,38 y un ESM=2,04 se mira en el manual del IVE la tabla IV.1 y se tiene un BIN de 10, entonces si 10,34% del tiempo los vehículos condujeron con este patrón este será el valor que se ingrese en el diamante 10 de la ventana localidad en el IVE MODEL 2.0.

Este mismo procedimiento se aplicó en todos los datos de velocidad que se tomaron en las vías m/seg, para lo cual se hizo uso de hojas de cálculo en Excel que ayudaron a agilizar este procesamiento de información.



6. MODELO DE FUENTES MÓVILES

6.1 Metodología utilizada para la simulación – IVI MODEL 2.0

Como todo modelo matemático, para su aplicación requiere ser alimentado con datos básicos de entrada, los cuales son esenciales a la hora de calcular las emisiones de las fuentes móviles. Para el caso los datos requeridos por el IVE son:

- Distribución de la flota vehicular, clasificando los vehículos por tipo de combustible (gasolina, diésel y gas natural) sistema de entrega de combustible (Carburador, Inyección electrónica motos a dos o cuatro ciclos), tipo de vehículo (autos, camiones o buses, taxis, mixtos y motos), cilindraje (<1,5L, de 1,5 a 3 L y >3L), control de emisiones (catalizador, recirculación de gases, filtro, ninguno), existencia de aire acondicionado y kilometraje del vehículo.
- Condiciones ambientales (Altitud, Temperatura, Humedad relativa y pendiente del terreno).
- Composición típica de los combustibles comunes (gasolina y diésel); cantidad de azufre, plomo, benceno y oxigenados.
- Aforo vehicular y distancia recorrida o longitud de la vía.
- Numero de partidas en frio y caliente y tiempo que duro apagado el vehículo antes de iniciar una partida (tiempo soak).
- Patrones de conducción en función de la velocidad del vehículo, aceleración media, tiempo de viaje, distancias recorridas y ángulo de la pendiente de la vía.



6.2 Datos de entrada al inventario de fuentes móviles

Un buen inventario de fuentes móviles, parte desde el momento que se realiza la planeación de la etapa de campo, puesto que de esta dependerá que se recolecte la información requerida por el IVE MODEL 2.0 y de esa manera los cálculos sean lo más aproximados a la realidad.

En el presente inventario se tuvo en cuenta información registrada en campo como los aforos vehiculares horarios, por tipo de vehículo además de las longitudes a considerar de los tramos viales incluidos en la estimación de las emisiones atmosféricas. Se tomó como base los aforos vehiculares en dos (2) puntos ubicados en el tramo vial del modelo denominado “Subestación Eléctrica Occidente Funza”, en etapa constructiva tal como se evidencia en la **Figura 1**.



Figura 1. Ubicación de los puntos de aforo

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021.



En cada uno de los puntos se registraron los datos de aforo vehicular que existían horariamente por cuatro categorías de vehículos. A continuación, en la **Tabla 1**, y **Tabla 2** , se evidencian los datos registrados en campo y los vehículos adicionales en la etapa constructiva.

Tabla 1. Aforos vehiculares avenida 1

Hora	Moto (CCM)	Automóvil(L)	Bus (I)	CAMIONES	Total
				Totales	
00:00-01:00	90	105	4	11	210
01:00-02:00	35	62	1	11	109
02:00-03:00	22	41	4	25	92
03:00-04:00	35	68	8	44	155
04:00-05:00	156	240	35	71	502
05:00-06:00	408	541	89	143	1181
06:00-07:00	1010	860	120	245	2235
07:00-08:00	650	490	92	178	1410
08:00-09:00	354	484	86	197	1121
09:00-10:00	420	509	90	201	1220
10:00-11:00	497	495	91	214	1297
11:00-12:00	523	512	87	243	1365
12:00-13:00	635	584	85	256	1560
13:00-14:00	594	551	88	254	1487
14:00-15:00	512	495	89	240	1336
15:00-16:00	487	431	92	253	1263
16:00-17:00	874	568	94	235	1771
17:00-18:00	594	844	103	231	1772
18:00-19:00	1108	951	99	255	2413
19:00-20:00	781	805	95	240	1921
20:00-21:00	611	542	87	207	1447
21:00-22:00	530	482	85	159	1256
22:00-23:00	399	310	53	115	877
23:00-00:00	208	140	24	50	422
E.C	0	0	0	16	16
Total	11533	11110	1701	4094	28438

EC: etapa constructiva

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021.



Tabla 2. Aforos vehiculares avenida 2

Hora	Moto (CCM)	Automóvil(L)	Bus (l)	CAMIONES	Total
				TOTALES	
00:00-01:00	90	105	4	11	210
01:00-02:00	42	58	2	16	118
02:00-03:00	24	57	3	30	114
03:00-04:00	39	78	10	27	154
04:00-05:00	161	256	40	53	510
05:00-06:00	394	568	87	142	1191
06:00-07:00	466	834	121	252	1673
07:00-08:00	632	894	97	251	1874
08:00-09:00	361	436	86	189	1072
09:00-10:00	345	394	56	174	969
10:00-11:00	365	402	43	162	972
11:00-12:00	402	457	36	164	1059
12:00-13:00	523	543	46	153	1265
13:00-14:00	456	433	43	174	1106
14:00-15:00	433	565	49	189	1236
15:00-16:00	455	654	66	198	1373
16:00-17:00	687	765	76	223	1751
17:00-18:00	939	934	99	277	2249
18:00-19:00	1032	1134	131	238	2535
19:00-20:00	873	627	112	194	1806
20:00-21:00	654	526	48	163	1391
21:00-22:00	434	305	31	104	874
22:00-23:00	353	271	17	88	729
23:00-00:00	222	171	9	54	456
E.C	0	0	0	16	16
Total	10382	11467	1312	3542	26703

EC: etapa constructiva

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021.



A continuación, en la Tabla 3 se presenta el resumen del aforo vehicular del proyecto en análisis.

Tabla 3 Resumen aforo vehicular

Tipo Vehículo	Av 1 (%)	Av 2 (%)
Motos	40,554891	38,879527
Autos	39,067445	42,942741
Bus	5,9814333	4,9133056
Camiones	14,39623	13,264427

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021.

Con la información presentada, se procedió a revisar la bibliografía del modelo (Manual del usuario) en donde se identificó que información necesaria es la siguiente:

- a. Flota vehicular: Para caracterizar las flotas vehiculares de cada uno de este tipo de vehículos se utilizó la base de datos de este IVE MODEL que cuenta con la base de datos tecnológica de vehículos de la ciudad de Bogotá en donde entre otra información se encontró lo siguiente:
 - Tipo de combustible (gasolina, diésel, gas natural u otro).
 - Tamaño del vehículo (autos/camionetas, camiones/buses y motos)
 - Cilindraje del vehículo (<1,5L, de 1,5L a 3L y >3L)
 - Sistema de entrega de combustible (Carburador o Inyección electrónica que a su vez se divide en inyección directa, monopunto, multipunto o preinyección)
 - Sistema de control de emisiones (Catalizador, recirculación de gases de escape, filtro de partículas o ninguno).
 - Edad del vehículo dado por el kilometraje expresado en miles de Km (K Km) (<79K Km entre 80 y 161 K Km y <161K Km).
- b. El Aforo vehicular, clasificando los vehículos por tamaño: motos, autos, buses y camiones.



Tabla 4. Clasificación de vehículos por peso bruto

Tipo de vehículo	Características
Autos/camionetas	 <p>Peso bruto vehicular <9000lb</p>
Camiones/buses	 <p>Peso bruto vehicular >9000lb</p>
Vehículos de motor pequeño	 <p>Se refiere a motocicletas o vehículos de tres ruedas.</p>

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021.

- c. Condiciones ambientales de la ciudad (temperatura, humedad relativa y altitud). T = 12°C, altitud 2600msnm, humedad: 84%.
- d. Características de los combustibles; gasolina y diésel: Clases, contenidos de azufre, plomo, benceno y oxigenados
- e. Patrones de conducción; se tomó la base de datos que tiene el IVE de las vías principales de la ciudad de Bogotá (Arterias de Bogotá).



- f. Partidas, número de arranques que en promedio hace un conductor, y tiempo que dura apagado el vehículo antes de ponerlo en marcha (tiempo soak). Se asumió la base de datos que tiene el IVE de las vías principales de la ciudad de Bogotá (arterias en Bogotá).
- g. Cálculo de la distancia total recorrida por todos los vehículos: Numero de vehículos x Km de longitud de la vía:

Tabla 5. Cálculo de la distancia recorrida por el número de vehículos avenida 1

Tipo de vehículo	Aforo	Long vía (Km)	Long total recorrida x todos los vehículos
Motos	11,533	0.5059	5834.545
Autos	11,110	0.5059	5620.549
Buses	1701	0.5059	860.536
Camiones	4094	0.5059	2071.155

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

Tabla 6. Cálculo de la distancia recorrida por el número de vehículos avenida 2

Tipo de vehículo	Aforo	Long vía (Km)	Long total recorrida x todos los vehículos
Motos	10,382	0.2568	2666.098
Autos	11,467	0.2568	2944.726
Buses	1312	0.2568	336.922
Camiones	3542	0.2568	909.586

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

6.3 Corrida del IVE MODEL en el tramo vial del modelo

El IVE MODEL se aplicó para los tipos de vehículos identificados por separado, determinando las emisiones en carga generadas por cada tipo de vehículo para al final sumar todas las emisiones y determinar un total de emisión generada en la vía evaluada.

Antes de ejecutar los cálculos para cada tipo de vehículo, se generaron los archivos de las flotas vehiculares a incluir en los cálculos: Flota vehicular de motos, autos, buses y camiones, para lo cual se aprovechó la base de datos que trae predefinida el IVE MODEL 2.0 de la ciudad de Bogotá. Desde



la **Figura 2** hasta la **Figura 5** se observa claramente la generación de las flotas vehiculares en la plataforma del IVE MODEL 2.0.

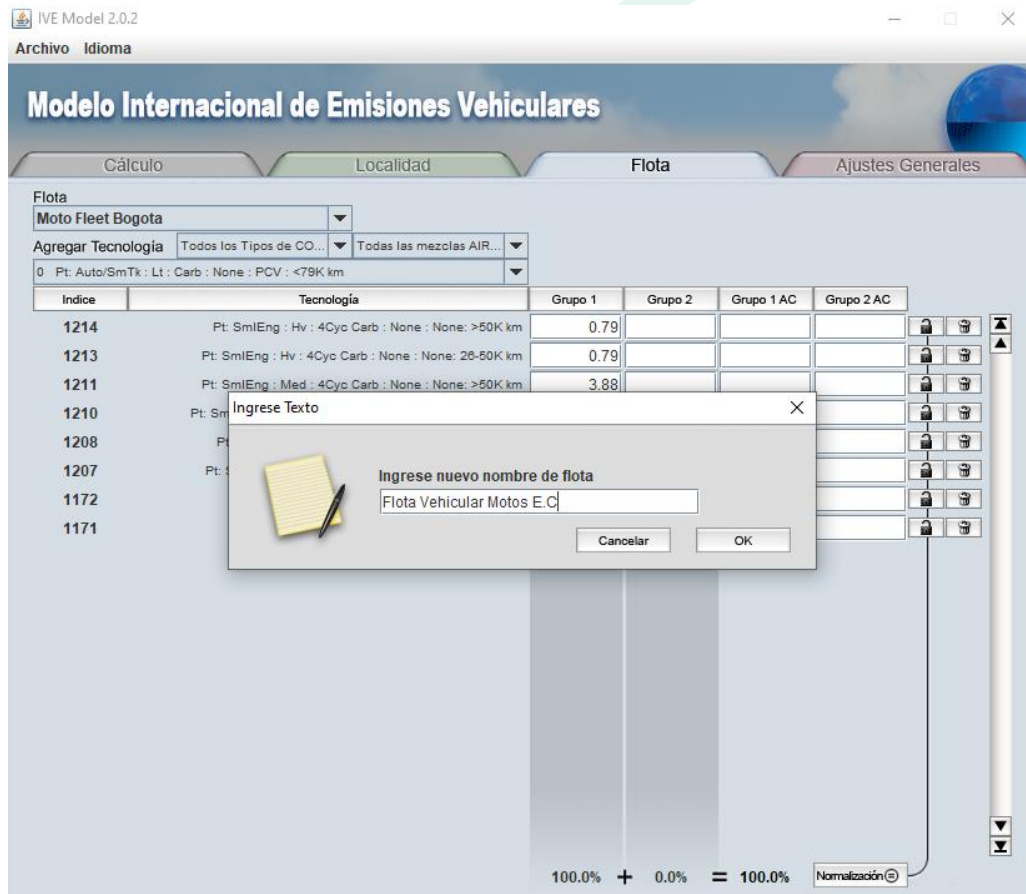


Figura 2. Generar la flota vehicular de las motos

Fuente: IVE MODEL 2.0., 2021



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Flota

Auto Fleet Bogota2005

Agregar Tecnología Todos los Tipos de CO... Todas las mezclas AIR...

0 Pt: Auto/SmTk : Lt : Carb : None : PCV : <79K km

Indice	Tecnología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1 AC	Grupo 2 AC
750	Ds: Auto/SmTk : Med : Pre-Inj : Improved : None : <79K km	0.38		50.0	
746	Ds: Auto/SmTk : Hv : Pre-Inj : None : None : >161K km	0.1			
742	Ds: Auto/SmTk : Med : Pre-Inj : None : None : 80-161K km	0.29		33.33	
309					
266	NG: Auto/SmTk : Med : Pre-Inj : Improved : None : <79K km				
263	NG: Auto/SmTk : Hv : Pre-Inj : None : None : >161K km				
124	Pt: Auto/SmTk : Lt : Carb : None : PCV : <79K km				
123	Pt: Auto/SmTk : Lt : Carb : None : PCV : <79K km				
122	Pt: Auto/SmTk : Lt : Carb : None : PCV : <79K km				
121	Pt: Auto/SmTk : Med : MPFI: 3Wy : PCV : 80-161K km	2.69		92.86	
120	Pt: Auto/SmTk : Med : MPFI: 3Wy : PCV : <79K km	4.04		90.48	
119	Pt: Auto/SmTk : Lt : MPFI: 3Wy : PCV : >161K km	0.77		50.0	
118	Pt: Auto/SmTk : Lt : MPFI: 3Wy : PCV : 80-161K km	11.55		57.5	
117	Pt: Auto/SmTk : Lt : MPFI: 3Wy : PCV : <79K km	19.35		61.19	
107	Pt: Auto/SmTk : Hv : MPFI: none : PCV : >161K km	0.29			
106	Pt: Auto/SmTk : Hv : MPFI: none : PCV : 80-161K km	0.58		50.0	
105	Pt: Auto/SmTk : Hv : MPFI: none : PCV : <79K km	0.19		50.0	
104	Pt: Auto/SmTk : Med : MPFI: none : PCV : >161K km	0.87		88.89	
103	Pt: Auto/SmTk : Med : MPFI: none : PCV : 80-161K km	1.35		92.86	
		100.02%	+	0.0%	= 100.02%

Normalización

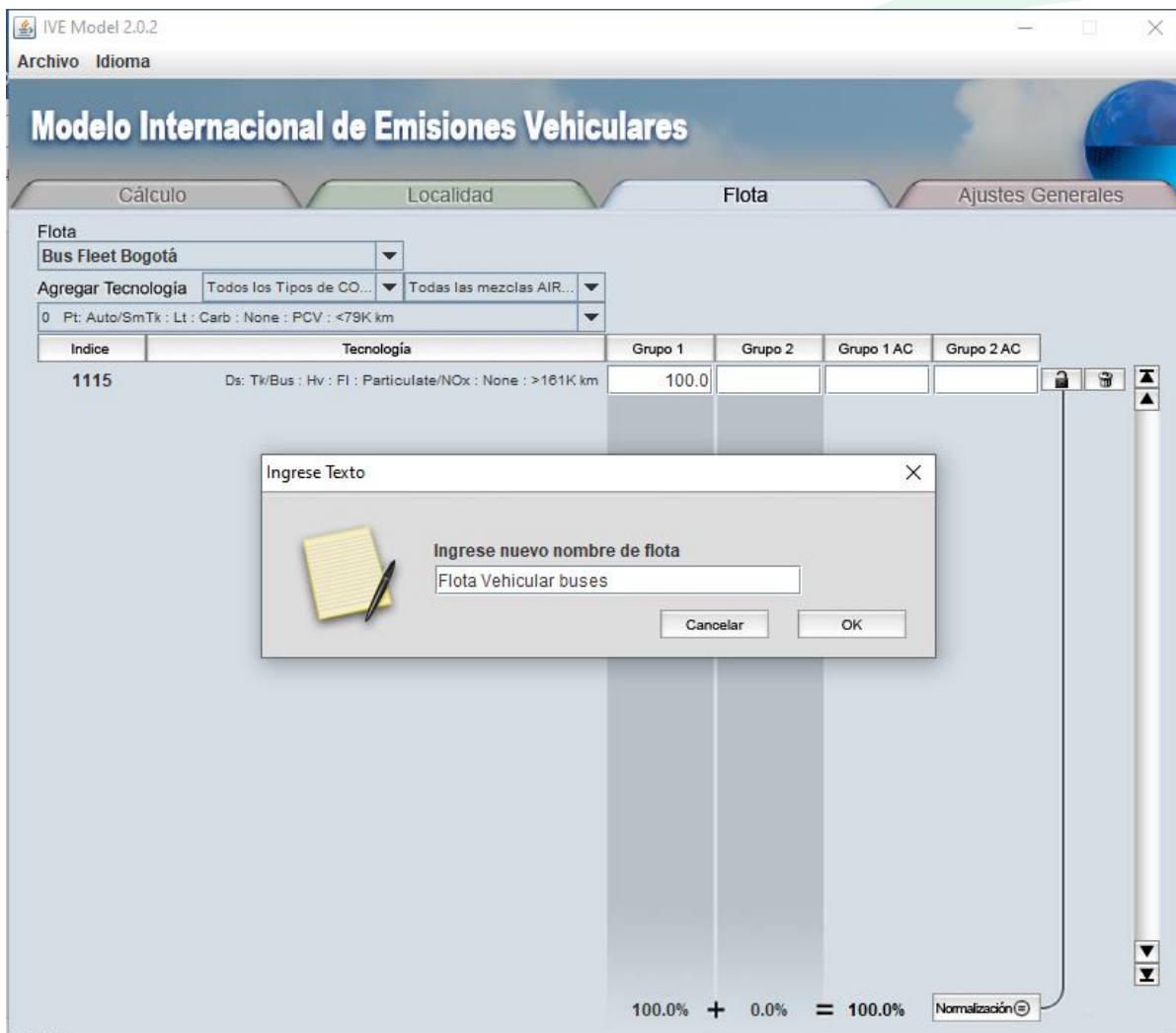
Ingrese Texto

Ingrese nuevo nombre de flota

Flota vehicular Autos E.C

Cancelar OK

Figura 3. Generar la flota vehicular de los autos
Fuente: IVE MODEL 2.0., 2021

The screenshot shows the IVE Model 2.0.2 software interface. The main window has a menu bar with 'Archivo' and 'Idioma'. Below the menu bar is a title bar 'Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares'. The interface is divided into four tabs: 'Cálculo', 'Localidad', 'Flota', and 'Ajustes Generales'. The 'Flota' tab is active. In the 'Flota' section, there is a dropdown menu for 'Flota' set to 'Bus Fleet Bogotá'. Below it is a section 'Agregar Tecnología' with two dropdowns: 'Todos los Tipos de CO...' and 'Todas las mezclas AIR...'. A text field shows '0 Pt: Auto/SmTk : Lt : Carb : None : PCV : <79K km'. Below this is a table with columns: 'Indice', 'Tecnología', 'Grupo 1', 'Grupo 2', 'Grupo 1 AC', and 'Grupo 2 AC'. The first row has '1115' in the 'Indice' column and 'Ds: Tk/Bus : Hv : FI : Particulate/NOx : None : >161K km' in the 'Tecnología' column. The 'Grupo 1' column has the value '100.0'. A dialog box titled 'Ingreso Texto' is open in the foreground. It contains a text input field with the text 'Flota Vehicular buses' and buttons for 'Cancelar' and 'OK'. At the bottom of the main window, there is a status bar showing '100.0% + 0.0% = 100.0%' and a 'Normalización' button.

Figura 4. Generar la flota vehicular de los buses

Fuente: IVE MODEL 2.0., 2021



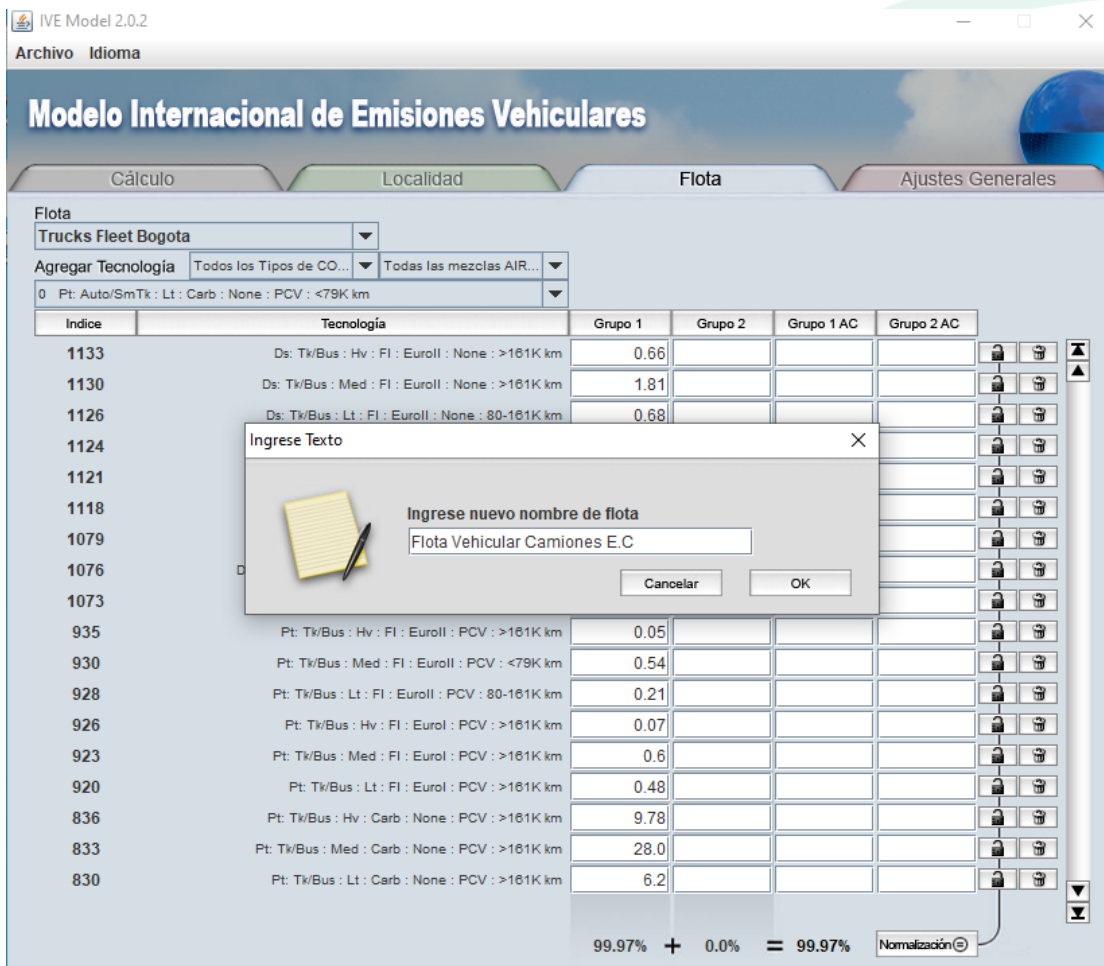


Figura 5. Generar la flota vehicular de los camiones

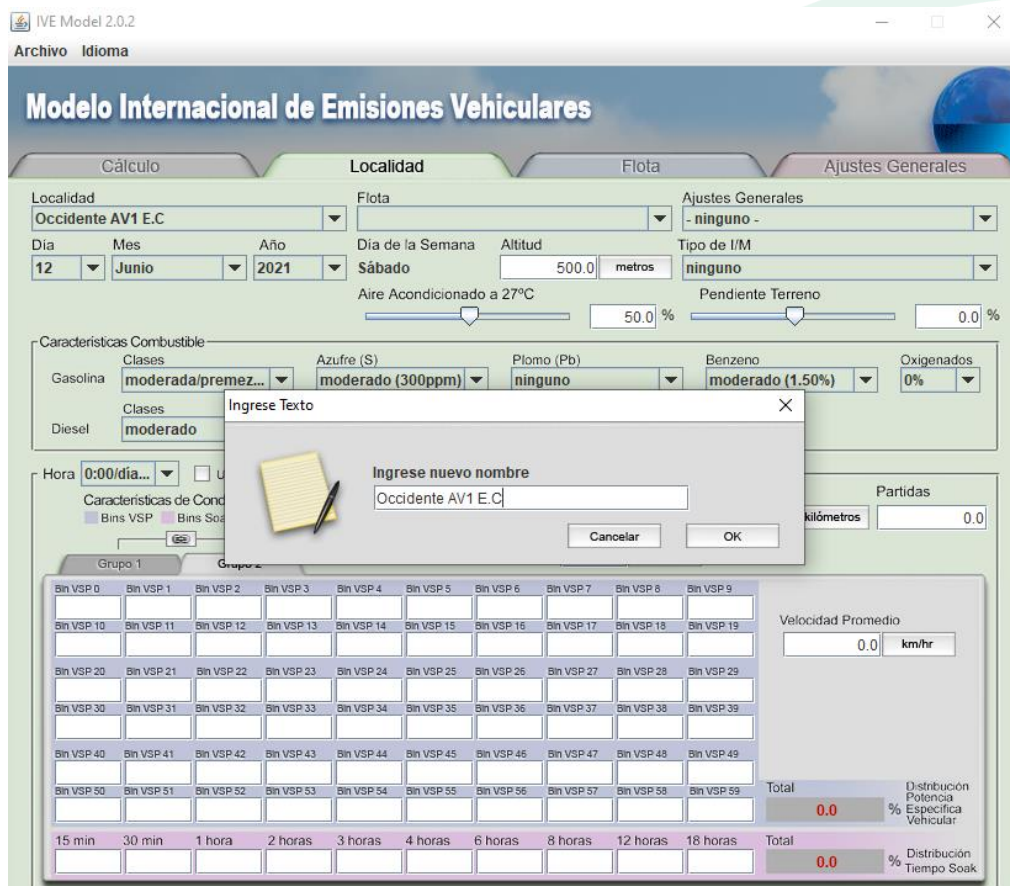
Fuente: IVE MODEL 2.0., 2021

Una vez generadas dichas flotas vehiculares se procedieron a calcular las emisiones de las avenidas incluidas, de la siguiente manera:

6.3.1 Corrida del modelo IVE en la avenida 1

De la **Figura 6** a la **Figura 14**, se apreciarán las evidencias de la ejecución del modelo para la Avenida 1.





Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Localidad

Localidad: **Occidente AV1 E.C.**

Flota: **- ninguno -**

Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12**, Mes: **Junio**, Año: **2021**

Día de la Semana: **Sábado**, Altitud: **500.0** metros

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** %, Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible:

Gasolina: Clases: **moderada/premez...**, Azufre (S): **moderado (300ppm)**, Plomo (Pb): **ninguno**, Benceno: **moderado (1.50%)**, Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado**

Horas: **0:00/día...**

Características de Condución: **Bins VSP**, **Bins Soak**

Partidas: **0.0** kilómetros

Velocidad Promedio: **0.0** km/hr

Total: **0.0** % Distribución Potencia Especifica Vehicular

Total: **0.0** % Distribución Tiempo Soak

Figura 6. Creación del archivo localidad en la plataforma del IVE – Av 1

Fuente: IVE MODEL 2.0., 2021

6.3.1.1 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de las motos.

PASO 1. Se creó el archivo de la localidad. Para poder correr el modelo se creó el archivo de la localidad que reúne datos, como: características de los combustibles más usados, condiciones ambientales; temperatura, humedad relativa, altitud y pendiente, distancia recorrida por conteo de vehículos, partidas en frío y caliente, patrones de conducción y distribución del tiempo Soak.



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV1 E.C.** Flota: **Flota Vehicular Motos E.C.** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible:

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **moderado (300ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benceno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **moderado (500ppm)**

Hora: **0:00/dia...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción: ☐ Bins VSP ☒ Bins Soak

Humedad: **84** % Distancia/Tiempo: **0.5059** kilómetros Partidas: **11533**

Temperatura: **12** °Celsius

Grupo 1										Grupo 2																																																																																																																							
Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9	Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19																																																																																																														
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41	10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09																																																																																																																	
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29	Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39																																																																																																														
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49	Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59																																																																																																														
15 min										30 min										1 hora										2 horas										3 horas										4 horas										6 horas										8 horas										12 horas										18 horas										Total																													
7.11																														14.31										7.11										28.63										7.11										7.11																				28.62										100.0										Distribución Potencia Especifica Vehicular																			
																																																																																																														100.0										Distribución Tiempo Soak									

Velocidad Promedio: **25** km/hr

Figura 7. Crear archivo localidad para la flota vehicular de las motos avenida 1

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

PASO 2. Se calcularon las emisiones generadas por las motos en el periodo evaluado. Para ello se en la ventana de cálculo y se emplean en localidades disponibles la que se pretende evaluar, para el caso día de la avenida 1.



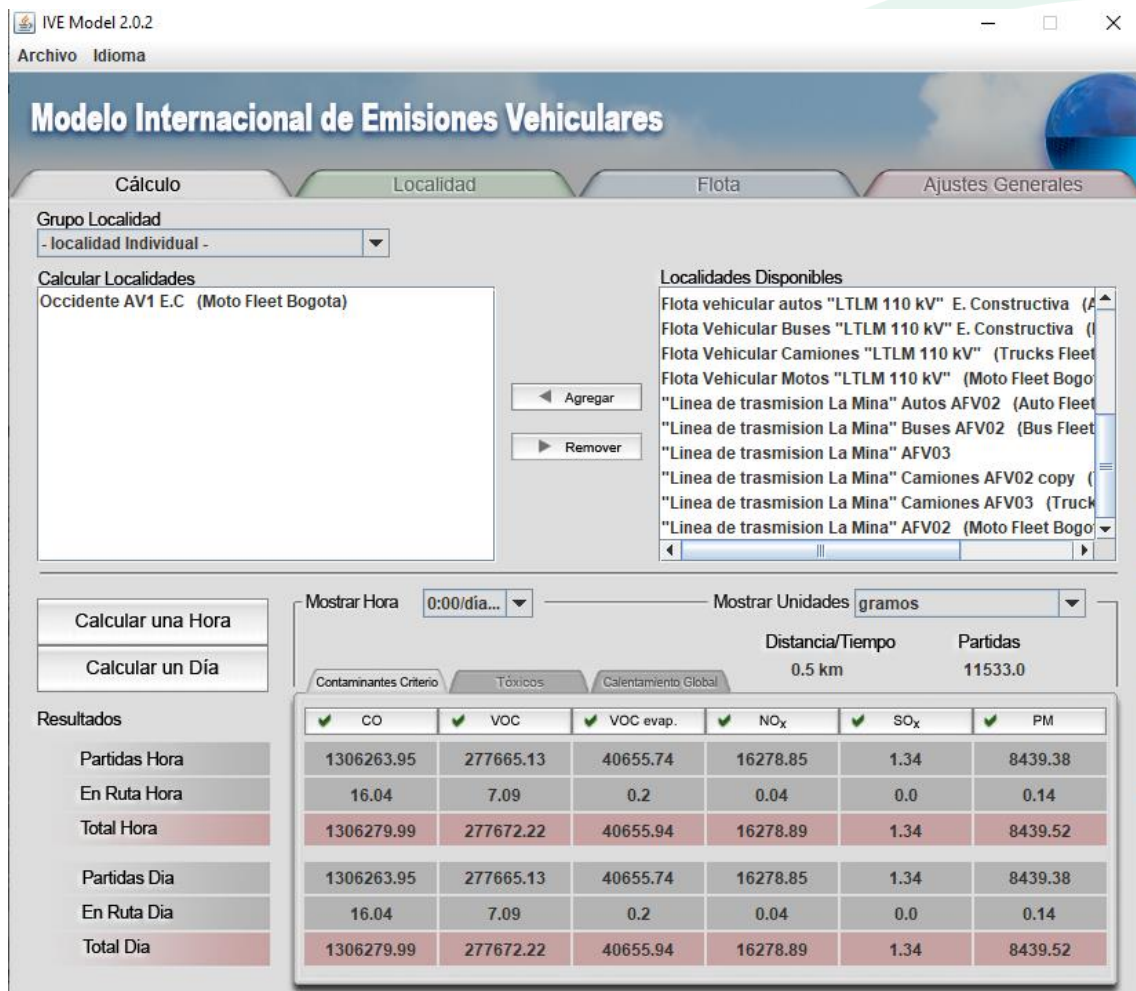


Figura 8. Cálculo de las emisiones causadas por las motos en la Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

6.3.1.2 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los autos en la Avenida 1 – Occidente

PASO 1. Cargar la flota vehicular de autos para la avenida 1.



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV1 E.C.** Flota: **Auto Fleet Bogota2005** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600.0** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/día...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

Humedad: **84.0** % Distancia/Tiempo: **0.5** kilómetros Partidas: **11110**

Temperatura: **12.0** °Celsius

Grupo 1 **Grupo 2**

Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9
10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09	0.31	0.35	3.41
Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29
Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49
Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas
7.11			14.31	7.11	28.63	7.11	7.11		28.63

Velocidad Promedio: **30** km/hr

Total: **100.0** % Distribución Potencia Específica Vehicular

Total: **100.01** % Distribución Tiempo Soak

Figura 9. Cargar la flota vehicular de autos en la Av 1 en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

PASO 2. Calcular las emisiones generadas por los autos en la avenida 1.



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Grupo Localidad
- localidad Individual -

Calcular Localidades
Occidente AV1 E.C (Auto Fleet Bogota2005)

Agregar Remove

Localidades Disponibles

- Flota vehicular autos "LTLM 110 kV" E. Constructiva (A
- Flota Vehicular Buses "LTLM 110 kV" E. Constructiva (I
- Flota Vehicular Camiones "LTLM 110 kV" (Trucks Fleet
- Flota Vehicular Motos "LTLM 110 kV" (Moto Fleet Bogo
- "Linea de trasmision La Mina" Autos AFV02 (Auto Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" Buses AFV02 (Bus Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" AFV03
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV02 copy (
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV03 (Truck
- "Linea de trasmision La Mina" AFV02 (Moto Fleet Bogo

Mostrar Hora 0:00/día... Mostrar Unidades gramos

Distancia/Tiempo 0.5 km Partidas 11110.0

Contaminantes Criterio Tóxicos Calentamiento Global

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
Partidas Hora	511326.03	24637.39	4987.18	12013.67	11.5	242.09
En Ruta Hora	12.18	1.37	0.11	0.42	0.0	0.0
Total Hora	511338.21	24638.76	4987.29	12014.1	11.5	242.09
Partidas Dia	511326.03	24637.39	4987.18	12013.67	11.5	242.09
En Ruta Dia	12.18	1.37	0.11	0.42	0.0	0.0
Total Dia	511338.21	24638.76	4987.29	12014.1	11.5	242.09

Resultados

Calcular una Hora

Calcular un Día

Figura 10. Cálculo de las emisiones generadas por los autos Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS.,2021



6.3.1.3 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los buses Av 1 Occidente.

PASO 1. Cargar la flota vehicular de buses para la avenida 1 de Occidente

IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV1 E.C.** Flota: **Bus Fleet Bogotá** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600.0** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/día...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

☐ Bins VSP ☐ Bins Soak

Humedad: **84.0** % Distancia/Tiempo: **0.5** kilómetros Partidas: **1701**

Temperatura: **12.0** °Celsius

Grupo 1										Grupo 2									
Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9	Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41	10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09			
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29	Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49	Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas	Total	Distribución Potencia Especifica Vehicular								
7.11			14.31	7.11	28.63	7.11	7.11		28.63	100.0									
										Total	Distribución Tiempo Soak								
										100.01									

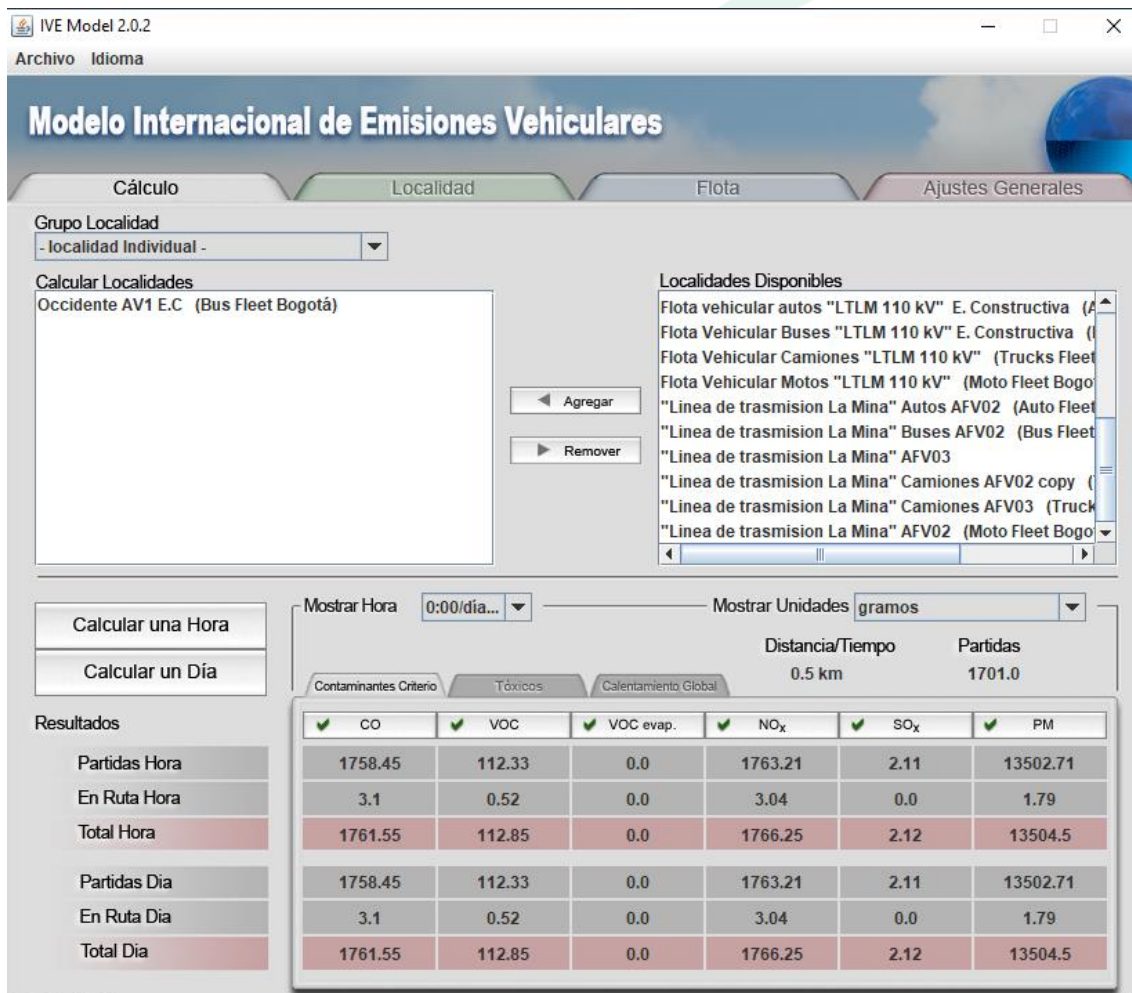
Velocidad Promedio: **27.4** km/hr

Figura 11. Cargar la flota vehicular de buses en la Av 1 de Occidente en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



PASO 2. Calcular las emisiones generadas por los buses en la avenida 1.



The screenshot shows the IVE Model 2.0.2 interface. The 'Localidad' tab is selected. The 'Grupo Localidad' dropdown is set to '- localidad Individual -'. The 'Calcular Localidades' box contains 'Occidente AV1 E.C (Bus Fleet Bogotá)'. The 'Localidades Disponibles' list on the right includes various vehicle types and lines. The 'Mostrar Hora' dropdown is set to '0:00/día...'. The 'Mostrar Unidades' dropdown is set to 'gramos'. The 'Distancia/Tiempo' is '0.5 km' and 'Partidas' is '1701.0'. The 'Resultados' section shows a table of emissions for CO, VOC, VOC evap., NOx, SOx, and PM, with values for 'Partidas Hora', 'En Ruta Hora', and 'Total Hora'.

Contaminantes Criterio	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
Partidas Hora	1758.45	112.33	0.0	1763.21	2.11	13502.71
En Ruta Hora	3.1	0.52	0.0	3.04	0.0	1.79
Total Hora	1761.55	112.85	0.0	1766.25	2.12	13504.5
Partidas Dia	1758.45	112.33	0.0	1763.21	2.11	13502.71
En Ruta Dia	3.1	0.52	0.0	3.04	0.0	1.79
Total Dia	1761.55	112.85	0.0	1766.25	2.12	13504.5

Figura 12. Cálculo de las emisiones generadas por los buses Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

6.3.1.4 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los camiones en la Avenida 1 Occidente.

PASO 1. Cargar la flota vehicular de camiones para la avenida 1.



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV1 E.C.** Flota: **Trucks Fleet Bogota** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600.0** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/dia...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

☐ Bins VSP ☒ Bins Soak

Humedad: **84.0** % Distancia/Tiempo: **0.5** kilómetros Partidas: **4094**

Temperatura: **12.0** °Celsius

Grupo 1					Grupo 2										Velocidad Promedio							
Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9	Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19	23.5	km/hr	
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41	10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09						
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29	Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39			
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49	Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59			
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas	Total											100.0	% Distribución Potencia Especifica Vehicular
7.11				14.31	7.11	28.63	7.11	7.11	28.63	Total											100.01	% Distribución Tiempo Soak

Figura 13. Cargar la flota vehicular de camiones de la Av 1 Occidente en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

PASO 4. Calcular las emisiones generadas por los camiones en la Avenida 1.



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Grupo Localidad
- localidad Individual -

Calcular Localidades
Occidente AV1 E.C (Trucks Fleet Bogota)

Agregar Remove

Localidades Disponibles

- Flota vehicular autos "LTLM 110 kV" E. Constructiva (A
- Flota Vehicular Buses "LTLM 110 kV" E. Constructiva (I
- Flota Vehicular Camiones "LTLM 110 kV" (Trucks Fleet
- Flota Vehicular Motos "LTLM 110 kV" (Moto Fleet Bogo
- "Linea de trasmision La Mina" Autos AFV02 (Auto Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" Buses AFV02 (Bus Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" AFV03
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV02 copy (
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV03 (Truck
- "Linea de trasmision La Mina" AFV02 (Moto Fleet Bogo

Calcular una Hora

Calcular un Día

Mostrar Hora 0:00/día...

Mostrar Unidades gramos

Distancia/Tiempo 0.5 km

Partidas 4094.0

Contaminantes Criterio Tóxicos Calentamiento Global

	✓ CO	✓ VOC	✓ VOC evap.	✓ NO _x	✓ SO _x	✓ PM
Partidas Hora	139346.22	2290.29	2897.95	10814.05	8.76	13334.95
En Ruta Hora	128.89	5.39	0.16	5.34	0.01	0.91
Total Hora	139475.12	2295.68	2898.12	10819.39	8.77	13335.86
Partidas Dia	139346.22	2290.29	2897.95	10814.05	8.76	13334.95
En Ruta Dia	128.89	5.39	0.16	5.34	0.01	0.91
Total Dia	139475.12	2295.68	2898.12	10819.39	8.77	13335.86

Resultados

Figura 14. Cálculo de las emisiones generadas por los camiones en la Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021





6.3.2.1 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de las motos Av 2 Occidente.

IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Localidad: **Occidente AV2 E.C** Flota: **Moto Fleet Bogota** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/día...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

Humedad: **84** % Distancia/Tiempo: **0.2568** kilómetros Partidas: **10382**

Temperatura: **12** °Celsius

Grupo 1 Grupo 2

Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41
Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09			
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29
Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49
Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59

Velocidad Promedio: **25** km/hr

Total: **100.0** % Distribución Potencia Específica Vehicular

15 min: **7.11** 30 min: 1 hora: 2 horas: **14.31** 3 horas: **7.11** 4 horas: **28.63** 6 horas: **7.11** 8 horas: **7.11** 12 horas: 18 horas: **28.62**

Total: **100.0** % Distribución Tiempo Soak

Figura 16. Crear archivo localidad para la flota vehicular de las motos avenida 2 Occidente

Fuente: SERAMBIENTE SAS.,2021



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Grupo Localidad
- localidad Individual -

Calcular Localidades
Occidente AV2 E.C (Moto Fleet Bogota)

Localidades Disponibles

- Flota Vehicular Camiones "LTLM 110 kV" (Trucks Fleet
- Flota Vehicular Motos "LTLM 110 kV" (Moto Fleet Bogo
- "Linea de trasmision La Mina" Autos AFV02 (Auto Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" Buses AFV02 (Bus Fleet
- "Linea de trasmision La Mina" AFV03
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV02 copy
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV03 (Truck
- "Linea de trasmision La Mina" AFV02 (Moto Fleet Bogo
- Occidente AV1 E.C (Trucks Fleet Bogota)
- Occidente AV2 E.C

◀ Agregar ▶ Remover

Calcular una Hora

Calcular un Día

Mostrar Hora 0:00/día... Mostrar Unidades gramos

Distancia/Tiempo 0.3 km Partidas 10382.0

Contaminantes Criterio	Tóxicos	Calentamiento Global				
CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM	
Partidas Hora	1175735.57	249919.45	36593.22	14653.4	1.21	7596.08
En Ruta Hora	8.14	3.6	0.1	0.02	0.0	0.07
Total Hora	1175743.71	249923.05	36593.32	14653.42	1.21	7596.15
Partidas Dia	1175735.57	249919.45	36593.22	14653.4	1.21	7596.08
En Ruta Dia	8.14	3.6	0.1	0.02	0.0	0.07
Total Dia	1175743.71	249923.05	36593.32	14653.42	1.21	7596.15

Figura 17. Cálculo de las emisiones causadas por las motos en la Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



6.3.2.2 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los autos en la Avenida 2 – Occidente

IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV2 E.C.** Flota: **Auto Fleet Bogota2005** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/día...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

Humedad: **84** % Distancia/Tiempo: **0.2568** kilómetros Partidas: **11467**

Temperatura: **12** °Celsius

Grupo 1 **Grupo 2**

Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41
10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09			
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29
Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49
Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas
7.11			14.31	7.11	28.63	7.11	7.11		28.62

Velocidad Promedio: **30** km/hr

Total: **100.0** % Distribución Potencia Especifica Vehicular

Total: **100.0** % Distribución Tiempo Soak

Figura 18. Cargar la flota vehicular de autos en la Av 2 en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Grupo Localidad
- localidad Individual -

Calcular Localidades
Occidente AV2 E.C (Auto Fleet Bogota2005)

Localidades Disponibles

- Flota Vehicular Camiones "LTLM 110 kV" (Trucks Fleet)
- Flota Vehicular Motos "LTLM 110 kV" (Moto Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" Autos AFV02 (Auto Fleet)
- "Linea de trasmision La Mina" Buses AFV02 (Bus Fleet)
- "Linea de trasmision La Mina" AFV03
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV02 copy (Trucks Fleet)
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV03 (Trucks Fleet)
- "Linea de trasmision La Mina" AFV02 (Moto Fleet Bogota)
- Occidente AV1 E.C (Trucks Fleet Bogota)
- Occidente AV2 E.C

Agregar Remover

Calcular una Hora
Calcular un Día

Mostrar Hora 0:00/día... Mostrar Unidades gramos

Distancia/Tiempo 0.3 km Partidas 11467.0

Contaminantes Criterio Tóxicos Calentamiento Global

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
Partidas Hora	527686.36	25425.68	5146.74	12398.82	11.87	249.83
En Ruta Hora	6.18	0.69	0.05	0.22	0.0	0.0
Total Hora	527692.55	25426.37	5146.79	12399.04	11.87	249.84
Partidas Día	527686.36	25425.68	5146.74	12398.82	11.87	249.83
En Ruta Día	6.18	0.69	0.05	0.22	0.0	0.0
Total Día	527692.55	25426.37	5146.79	12399.04	11.87	249.84

Resultados

Figura 19. Cálculo de las emisiones generadas por los autos Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



6.3.2.3 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los buses Av 2 Occidente.

IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad
 Occidente AV2 E.C.

Flota
 Bus Fleet Bogotá

Ajustes Generales
 - ninguno -

Día **Mes** **Año**
 12 Junio 2021

Día de la Semana **Altitud**
 Sábado 2600.0 metros

Tipo de I/M
 ninguno

Aire Acondicionado a 27°C **Pendiente Terreno**
 50.0 % 0.0 %

Características Combustible

Gasolina
 Clases: moderada/premez...
 Azufre (S): bajo (50ppm)
 Plomo (Pb): ninguno
 Benzeno: moderado (1.50%)
 Oxigenados: 0%

Diesel
 Clases: moderado
 Azufre (S): bajo (50ppm)

Hora 0:00/día... ☒ Use esta Hora

Características de Conducción
☒ Bins VSP ☐ Bins Soak

Humedad 84.0 % **Temperatura** 12.0 °Celsius

Distancia/Tiempo 0.3 kilómetros **Partidas** 1312

Grupo 1										Grupo 2									
Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9	Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41	10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09			
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29	Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49	Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas	Total	Distribución Potencia Especifica Vehicular								
7.11			14.31	7.11	28.63	7.11	7.11		28.62	100.0									
										Total	Distribución Tiempo Soak								
										100.0									

Velocidad Promedio: 27.4 km/hr

Figura 20. Cargar la flota vehicular de buses en la Av 2 de Occidente en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



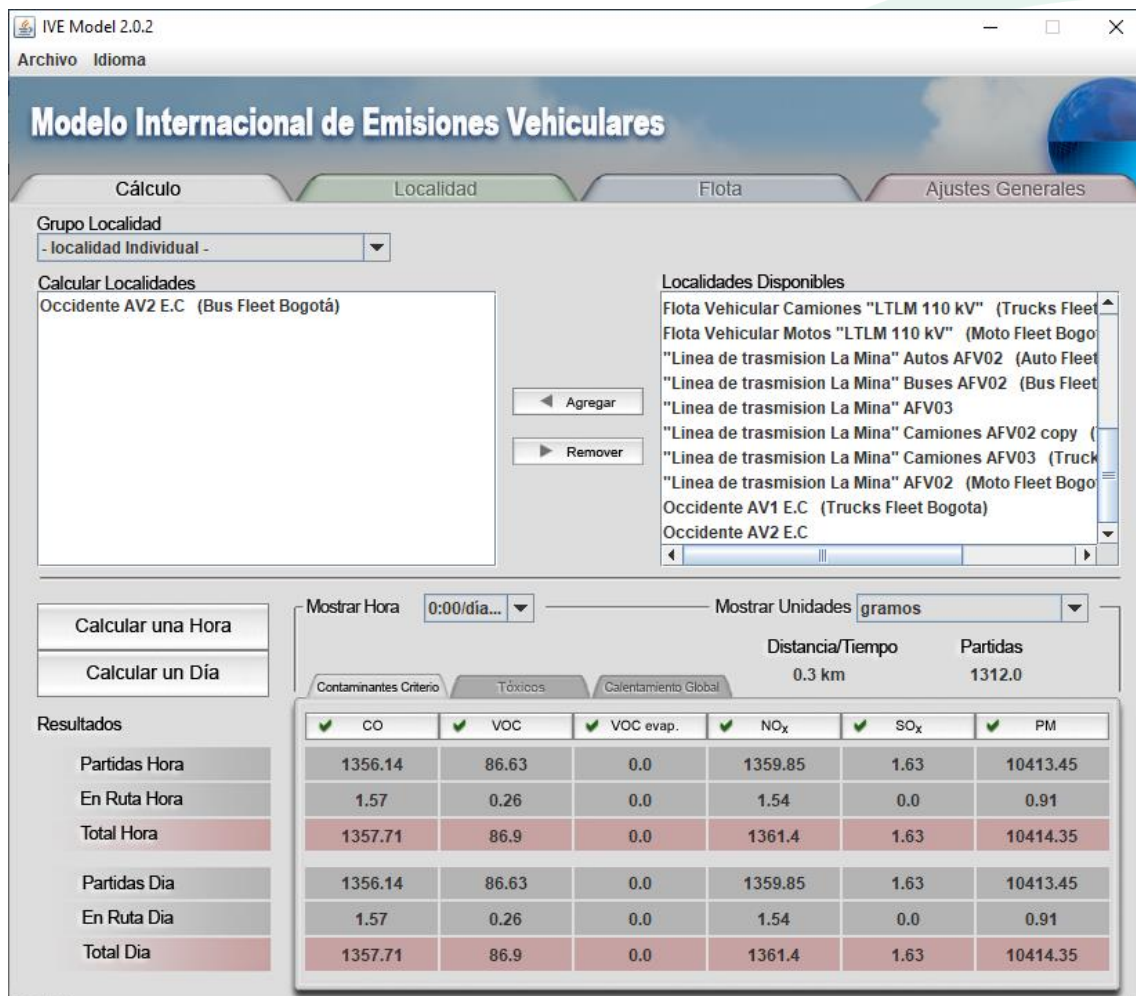


Figura 21. Cálculo de las emisiones generadas por los buses Av 1 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



6.3.2.4 Corrida del IVE MODEL para la flota vehicular de los camiones en la Avenida 2 Occidente.

IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo **Localidad** **Flota** **Ajustes Generales**

Localidad: **Occidente AV2 E.C.** Flota: **Trucks Fleet Bogota** Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **12** Mes: **Junio** Año: **2021** Día de la Semana: **Sábado** Altitud: **2600.0** metros Tipo de I/M: **ninguno**

Aire Acondicionado a 27°C: **50.0** % Pendiente Terreno: **0.0** %

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/premez...** Azufre (S): **bajo (50ppm)** Plomo (Pb): **ninguno** Benzeno: **moderado (1.50%)** Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **0:00/día...** ☒ Use esta Hora

Características de Conducción: ☐ Bins VSP ☐ Bins Soak

Humedad: **84.0** % Distancia/Tiempo: **0.3** kilómetros Partidas: **3542**

Temperatura: **12.0** °Celsius

Grupo 1										Grupo 2									
Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9	Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
					0.04	0.13	0.31	0.35	3.41	10.76	42.14	20.23	18.11	3.9	0.53	0.09			
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29	Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49	Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59
15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	6 horas	8 horas	12 horas	18 horas	Total	Distribución Potencia Especifica Vehicular								
7.11			14.31	7.11	28.63	7.11	7.11		28.62	100.0	%								
										Total	Distribución Tiempo Soak								
										100.0	%								

Velocidad Promedio: **23.5** km/hr

Figura 22. Cargar la flota vehicular de camiones de la Av 2 Occidente en la plataforma del IVE.

Fuente: SERAMBIENTE SAS.,2021



IVE Model 2.0.2

Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad Flota Ajustes Generales

Grupo Localidad
- localidad Individual -

Calcular Localidades
Occidente AV2 E.C (Trucks Fleet Bogota)

Localidades Disponibles

- Flota Vehicular Camiones "LTLM 110 kV" (Trucks Fleet Bogota)
- Flota Vehicular Motos "LTLM 110 kV" (Moto Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" Autos AFV02 (Auto Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" Buses AFV02 (Bus Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" AFV03
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV02 copy (Trucks Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" Camiones AFV03 (Trucks Fleet Bogota)
- "Linea de trasmision La Mina" AFV02 (Moto Fleet Bogota)
- Occidente AV1 E.C (Trucks Fleet Bogota)
- Occidente AV2 E.C

Mostrar Hora 0:00/dia... Mostrar Unidades gramos

Calcular una Hora

Calcular un Día

Resultados

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
Partidas Hora	1356.14	86.63	0.0	1359.85	1.63	10413.45
En Ruta Hora	1.57	0.26	0.0	1.54	0.0	0.91
Total Hora	1357.71	86.9	0.0	1361.4	1.63	10414.35
Partidas Dia	1356.14	86.63	0.0	1359.85	1.63	10413.45
En Ruta Dia	1.57	0.26	0.0	1.54	0.0	0.91
Total Dia	1357.71	86.9	0.0	1361.4	1.63	10414.35

Contaminantes Criterio Tóxicos Calentamiento Global

Distancia/Tiempo 0.3 km Partidas 3542.0

Figura 23. Cálculo de las emisiones generadas por los camiones en la Av 2 Occidente en el IVE MODEL 2.0

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



7. RESULTADOS

El propósito del inventario de fuentes móviles es determinar las emisiones a la atmosfera de contaminantes que generan estas fuentes en el tramo de la vía evaluada en el escenario constructivo, para ello mediante la aplicación del IVE MODEL 2.0 se calcularon las emisiones atmosféricas expresadas en gramos por día.

En esta sección se exponen los resultados que arrojó el cálculo de las emisiones a través de la modelación y mediante graficas se analizan dichos resultados estableciendo que tan altas son las cargas emitidas aire de contaminantes por fuentes móviles.

En la presente sección se presentan y analizan los resultados de las emisiones que se generan en el tramo evaluado por cada tipo de vehículo incluido en el inventario de emisiones,

7.1 Análisis de resultados avenida 1 occidente

En la **Tabla 7**, se resumen los resultados de las emisiones de los tres (3) contaminantes criterio principales de la avenida 1, calculadas usando el IVE MODEL 2.0

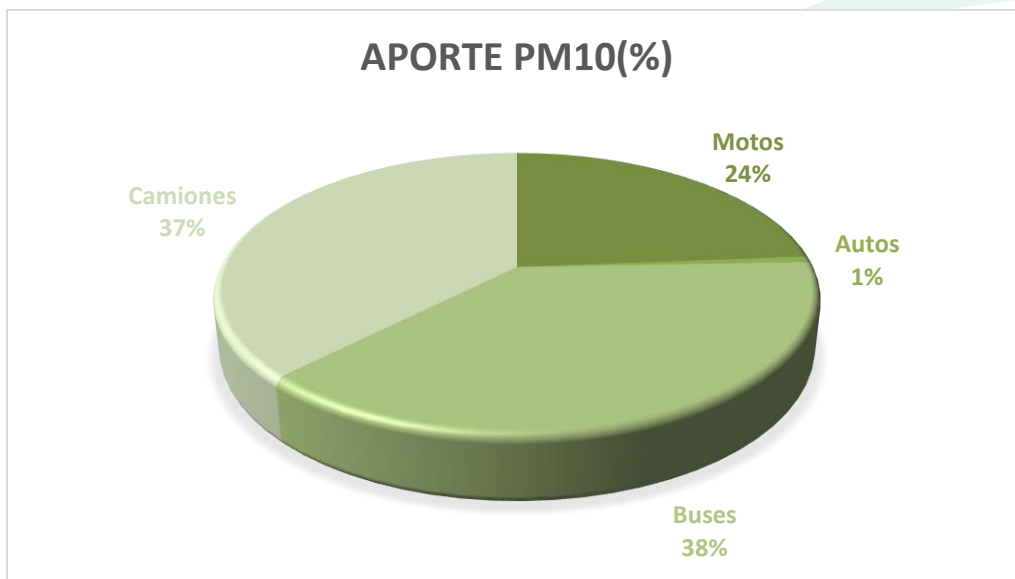
Tabla 7. Consolidado e las emisiones en carga por cada tipo de vehículo Av 1

Tipo de vehículo	PM10 (g/d)	PM10 (g/s)	SO ₂ (g/d)	SO ₂ (g/s)	NO _x (g/d)	NO _x (g/s)
Motos	8439,52	0,0976796	1,34	1,55093E-05	16278,89	0,188413079
Autos	242,09	0,002802	11,5	0,000133102	12014,1	0,139052083
Buses	13504,5	0,1563021	2,12	2,4537E-05	1766,25	0,020442708
Camiones	13365,86	0,1546975	8,77	0,000101505	10819,39	0,125224421
TOTAL	35551,97	0,4114811	23,73	0,000274653	40878,63	0,473132292

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

En la **Gráfica 1**, se presenta el aporte en porcentaje de Partículas de diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM10) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:





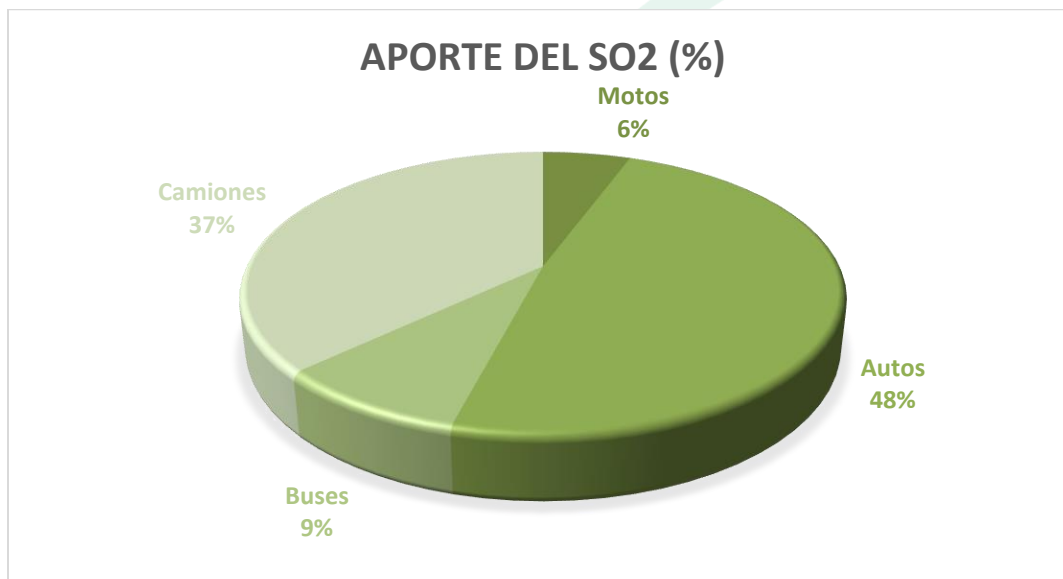
Gráfica 1. Aporte de emisión de PM10 Avenida 1 Occidente por tipo de vehículo.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

Según **Gráfica 2**, se observa que el mayor aporte de emisión de PM10 lo hacen los buses con un 38% de aporte total, en segundo lugar aparecen el aporte de las emisiones de los camiones con un 37% del total, a continuación las motos con el 24%, en mientras que los autos son los que menor aporte de emisiones de PM10 con un 1%.



En la **Gráfica 2**, se presenta aporte en porcentaje de dióxido de azufre (SO_2) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:



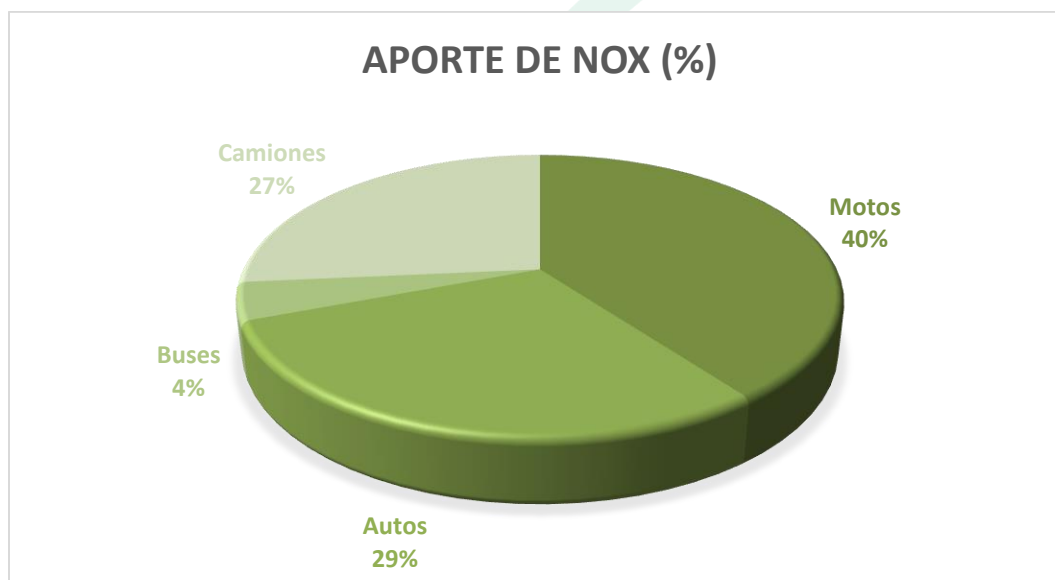
Gráfica 2. Aporte de emisión de SO_2 por tipo de vehículo Av 1 Occidente

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

Las emisiones de dióxido de azufre (SO_2) son aportadas en mayor proporción por la categoría de los autos, con el 48%, en segundo lugar, está el aporte hecho por los camiones con el 37% y en tercer lugar están las emisiones generadas por los buses con 9%. La categoría de las motos es la que menos emisiones de SO_2 aporta con el 6% del total de SO_2 generado en la avenida 1 Occidente



En la **Gráfica 3**, se presenta aporte en porcentaje de óxido de nitrógeno (NO_x) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:



Gráfica 3. Aporte de emisión de NO_x por tipo de vehículo, Av 1

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

En relación con los aportes de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), se tiene que los mayores aportes lo hacen la categoría de las motos con el 40%, en segundo lugar, está el aporte hecho por los autos con el 29%, en tercer lugar, está el aporte hecho por los camiones con el 27%. La categoría que menos emisiones de NO_x generan son los buses con el 4%.



7.2 Análisis de resultados avenida 2 occidente

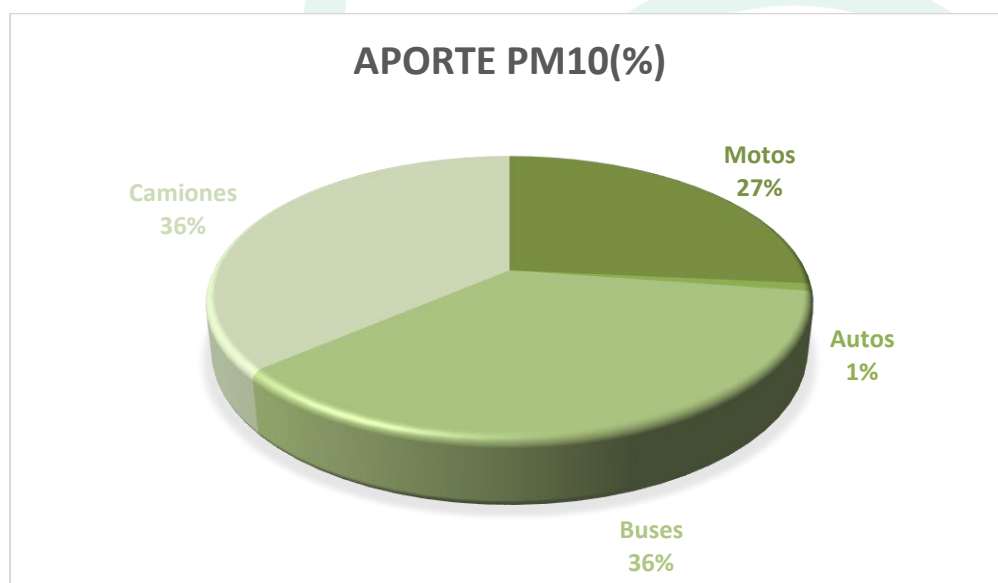
En la Tabla 8, se resumen los resultados de las emisiones de los tres contaminantes criterio principales de la avenida 2 Occidente, calculadas usando el IVE MODEL 2.0

Tabla 8. Consolidado e las emisiones en carga por cada tipo de vehículo Av 2

Tipo de vehículo	PM10 (g/d)	PM10 (g/s)	SO ₂ (g/d)	SO ₂ (g/s)	NO _x (g/d)	NO _x (g/s)
Motos	7596,15	0,0879184	1,21	1,40046E-05	14653,42	0,1695998
Autos	249,84	0,0028917	11,87	0,000137384	12399,04	0,1435074
Buses	10414,35	0,1205365	1,63	1,88657E-05	1361,4	0,0157569
Camiones	10414,35	0,1205365	1,63	1,88657E-05	1361,4	0,0157569
TOTAL	28674,69	0,331883	16,34	0,00018912	29775,26	0,3446211

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

En la **Gráfica 4**, se presenta el porcentaje de Partículas de diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM10) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:



Gráfica 4. Aporte de emisión de PM10 Avenida 2 Occidente por tipo de vehículo.

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

Según **Gráfica 4**, se observa que el mayor aporte de emisión de Partículas de diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM10) lo hacen los camiones los buses con un 36% de aporte total, en segundo



lugar aparecen el aporte de las emisiones de las motos con un 27% del total, a continuación los autos con el 1%.

En la **Gráfica 5**, se presenta el aporte en porcentaje de dióxido de azufre (SO₂) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:



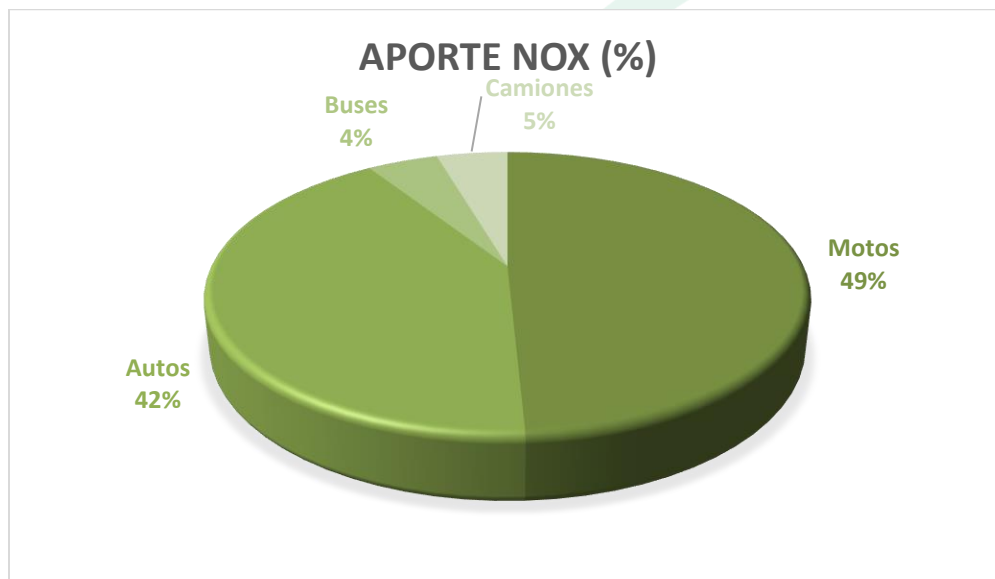
Gráfica 5. Aporte de emisión de SO₂ por tipo de vehículo Av 2 Occidente

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

Las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) son aportadas en mayor proporción por la categoría de los autos, con el 73%, en segundo lugar está el aporte hecho por los camiones con el 10% y en tercer lugar están las emisiones generadas por los buses con 10%. La categoría de las motos es la que menos emisiones de SO₂ aporta con el 7% del total de SO₂ generado en la avenida 2 Occidente.



En la **Gráfica 6**, se presenta aporte en porcentaje de óxido de nitrógeno(NO_x) por cada tipo de vehículo sobre el tramo vial evaluado:



Gráfica 6. Aporte de emisión de NO_x por tipo de vehículo, Av 2 Occidente

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021

En relación con los aportes de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), se tiene que los mayores aportes lo hacen la categoría de las motos con el 49%, en segundo lugar, está el aporte hecho por los autos con el 42%, en tercer lugar, está el aporte hecho los camiones con el 5%. La categoría que menos emisiones de NO_x generan son los buses con el 4%.



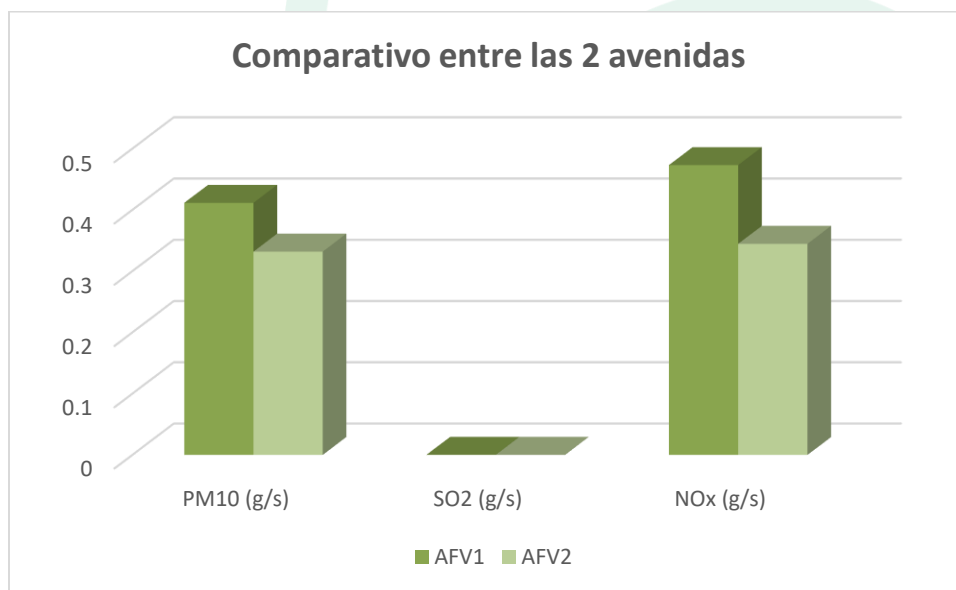
7.3 Comparación de las emisiones generadas entre las dos vías incluidas

En la gráfica 7, se observa el comportamiento de las emisiones generadas en los tres contaminantes criterios, comparando el aporte que hace cada una de las avenidas incluidas en el estudio de emisiones donde es claro que la avenida 1 es la que mayor problemática genera en cuanto a las emisiones por fuentes móviles, donde es claro que la avenida 1 es la que mayor problemática genera en cuanto a las emisiones.

Tabla 9. Consolidado resumen de las emisiones en carga (g/s) de cada avenida

Vía	PM10 (g/s)	SO2 (g/s)	NOx (g/s)
AVF1	0,4114811	0,0002747	0,4731323
AFV2	0,331883	0,0001891	0,3446211

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



Gráfica 7 comparativa de las emisiones en cada una de las vías

Fuente: SERAMBIENTE SAS., 2021



8. CONCLUSIONES

Después de realizar la corrida del modelo fuentes móviles mediante el software IVE MODEL 2.0 el cual generó información confiable a la hora obtener resultados, se puede concluir que:

- Para poder modelar la etapa constructiva de este proyecto se toma como suposición que por cada tipo de maquinaria que se usara, se utiliza 1 camión en este caso cama baja, para tener una modelación exacta de fuentes móviles lineales.
- En la avenida 1 de Occidente se concluye que los camiones generan la mayor carga de emisión de PM10 con un 38% del total, en tanto que los autos son los que menor aporte generan en cuanto a emisiones con tan solo un 1%.
- En relación al dióxido de azufre (SO₂) en la avenida 1 de Occidente, los autos y camiones generan la mayor carga de las emisiones con un 48% y 37% respectivamente. En tanto que las motos son las que menos aportan en las emisiones de SO₂ con un 6%.
- En la avenida 1 en relación a las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Las motos son los que más aportan con un 40% y los buses son los que menos aportan con un 4%.
- En la avenida 2 la mayor generación de PM10 la genera los camiones y los buses con un 36%. Los autos son los que menos carga generan con un 1%.
- En las emisiones de SO₂, en la avenida 2 son los autos los que mayor aporte hacen con un 73%. Las motos son las que menos emisiones causan de SO₂ con un 7%.



- Con respecto a las emisiones de NOx, en la avenida 2 de Occidente las motos son los que más aportan con el 49%. Los buses son los que menos carga de emisión de NOx producen con un 4%
- De la gráfica 7, donde se comparan las 2 avenidas, se observa que la mayor contaminación o carga de emisiones por fuentes móviles se da en la avenida 1 para los tres contaminantes criterio, seguramente por el mayor flujo vehicular que transita en dicha avenida. Mientras que la avenida 2 es la que menos impacto genera al aportar menores cargas de emisión en los tres contaminantes criterio.

(FIN DEL INFORME)

