ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 3.2 MEDIO ABIÓTICO
3.2.9 Atmósfera
3.2.9.2 Aire

S.G.I. S.A.S.
Consultoría e Ingeniería

CONTENIDO

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO 1
3.2 MEDIO ABIÓTICO 1
3.2.9 Atmósfera 1
3.2.9.1 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas 1
3.2.9.1.1 Identificación y descripción de fuentes de emisión línea base 1
3.2.9.1.1.1 Fuentes Fijas y Áreas Fuente 2
3.2.9.1.2 Fuentes Lineales 29
3.2.9.1.3 Fuentes móviles 35
3.2.9.1.3.1 Resultados Aforo Vehicular Periodo Hábil 37
3.2.9.1.3.2 Resultados Aforo Vehicular Periodo No Hábil 40
3.2.9.1.3.3 Conclusiones 43
3.2.9.2 Receptores sensibles 44
3.2.9.3 Información meteorológica 55
3.2.9.2 Calidad del aire 55
3.2.9.2.1.1 Macro localización 56
3.2.9.2.1.2 Micro localización 56
3.2.9.2.1.3 Material Particulado (PM10 y PM2.5) 60
3.2.9.2.1.4 Dióxido de Nitrógeno (NO_2) 64
3.2.9.2.1.5 Dióxido de Azufre (SO_2) 66
3.2.9.2.1.6 Monóxido de Carbono 69
3.2.9.2.1.7 Ozono 72
3.2.9.2.1.8 Benceno 75
3.2.9.2.1.9 Tolueno 77
3.2.9.2.1.10 Índice de Calidad del Aire (ICA) 79
3.2.9.2.1.11 Conclusiones 83
3.2.9.3 Modelación de aire ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.1 Fuentes de emisiones atmosféricas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.1.1 Fuentes de emisión para el Escenario 1 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.1.2 Fuentes de emisión para el Escenario 2 y 3 **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.2 Inventario de emisiones atmosféricas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.2.1 Inventario de emisiones atmosféricas Escenario 1 **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.2.2 Inventario de emisiones atmosféricas Escenario 2 **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.2.3 Inventario de emisiones atmosféricas Escenario 3 **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.3 Resultados de los escenarios de modelación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.3.1 Resultados materiales particulados PM10 y PM2.5 Escenarios 1,2 y 3 **¡Error! Marcador no definido.**

3.2.9.3.3.2 Resultados dióxido de nitrógeno (NO2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO2) Escenarios 1 y 2 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.2.9.3.3.3 Conclusiones ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Coordenadas de ubicación de las fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en el área de influencia 3
Tabla 3-2 Emisiones asociadas a la infraestructura de Ecopetrol 7
Tabla 3-3 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a infraestructura existentes de Ecopetrol 9
Tabla 3-4 Emisiones asociadas a la infraestructura agroindustrial 15
Tabla 3-5 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a la agroindustria local 17
Tabla 3-6 Emisiones asociadas a las actividades de la comunidad 22
Tabla 3-7 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a las actividades de la comunidad 25
Tabla 3-8 Clasificación vial según su funcionalidad - INVIAS 29
Tabla 3-9 Clasificación vial según sus especificaciones - IGAC 29
Tabla 3-10 Resumen de las vías de acceso para el Área de Desarrollo Bucare 31
Tabla 3-11 Categorías de vehículos 35
Tabla 3-12 Categorías de puntos de aforo vehicular 37
Tabla 3-13 Listado de receptores sensibles componente atmósfera 44
Tabla 3-14 Descripción de los puntos de monitoreo de calidad del aire 57
Tabla 3-15 Consolidado de estadísticos para material particulado PM10 61
Tabla 3-16 Consolidado de estadísticos para material particulado PM2.5 61
Tabla 3-17 Consolidado de estadísticos para dióxido de nitrógeno 64
Tabla 3-18 Consolidado de estadísticos para dióxido de azufre 67
Tabla 3-19 Consolidado de estadísticos para monóxido de carbono 69
Tabla 3-20 Consolidado de estadísticos para ozono 73
Tabla 3-21 Consolidado de estadísticos para benceno 75
Tabla 3-22 Consolidado de estadísticos para tolueno 77
Tabla 3-23 Descripción general del Índice de Calidad del Aire (ICA) 79
Tabla 3-24 Puntos de corte del Índice de Calidad del Aire (ICA) 80
Tabla 5-3-25 Fuentes lineales de emisión Escenario de Línea Base. **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-26 Fuentes fijas de área ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-27: Fuentes lineales de emisión Escenario Constructivo sin Medidas de Control ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-28 Inventario de emisiones atmosféricas para el Escenario de Línea Base **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-29 Inventario de emisiones atmosféricas para el Escenario de Construcción y Operación sin medidas de Control ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-30 Inventario de emisiones atmosféricas para el Escenario de Construcción y Operación con medidas de Control ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Clasificación de las fuentes de emisión 2
Figura 3-2 Distribución espacial de las fuentes de emisión identificadas 5
Figura 3-3 Vías Internas para el Proyecto Área de Desarrollo Bucare 31
Figura 3-4 Formato Aforos Vehiculares 36
Figura 3-5 Localización Puntos de Aforo Vehicular 37
Figura 3-6 Composición Vehicular TPD 1 Hábil 38
Figura 3-7 Composición Vehicular TPD 2 Hábil 39
Figura 3-8 Composición Vehicular TPD 3 Hábil 40
Figura 3-9 Composición Vehicular TPD 1 No Hábil 41
Figura 3-10 Composición Vehicular TPD 2 No Hábil 42
Figura 3-11 Composición Vehicular TPD 3 No Hábil 43
Figura 3-12 Localización estaciones de monitoreo de calidad del aire 60
Figura 3-13 Concentraciones promedio de material particulado para el periodo de monitoreo en el área de estudio 62
Figura 3-14 Concentraciones horarias por día de material particulado 63
Figura 3-15 Ciclo diario de la concentración de material particulado 63
Figura 3-16 Concentraciones promedio de NO2 para el periodo de monitoreo 65
Figura 3-17 Concentraciones horarias por día de NO2 65
Figura 3-18 Ciclo diario de la concentración de dióxido de nitrógeno 66
Figura 3-19 Concentración promedio de SO2 para el periodo de monitoreo 68
Figura 3-20 Concentraciones diarias de dióxido de azufre 68
Figura 3-21 Concentraciones horarias por día de monóxido de carbono 71
Figura 3-22 Ciclo diario de la concentración de monóxido de carbono 72
Figura 3-23 Concentración promedio de O3 para el periodo de monitoreo 74
Figura 3-24 Concentración horarias por día de O3 74
Figura 3-25 Ciclo diario de la concentración de Ozono 75
Figura 3-26 Concentración promedio de benceno para el periodo de monitoreo 76
Figura 3-27 Concentraciones diarias de benceno para el periodo de monitoreo 77
Figura 3-28 Concentración promedio de tolueno para el periodo de monitoreo 78
Figura 3-29 Concentraciones diarias de tolueno para el periodo de monitoreo 79
Figura 3-30 Distribución del índice de calidad del aire 81
Figura 3-31 Series de tiempo del ICA por estación y parámetros parte 1 82
Figura 3-32 Series de tiempo del ICA por estación y parámetros parte 2 83
Figura 3-33 Inventario de Emisiones Escenario 1. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-34 Inventario de Emisiones Escenario 2 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-35 Inventario de Emisiones Escenario 2 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-36 Resultados anuales de material particulado PM10 para los tres escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-37 Resultados 24 horas de material particulado PM10 para los tres escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-38 Resultados anuales material particulado PM2.5 para los tres escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-39 Resultados 24 horas de material particulado PM2.5 para los tres escenarios estudiados **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3-40 Resultados anuales de dióxido de nitrógeno NO2 para los dos escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-41 Resultados 1 hora dióxido de nitrógeno NO2 para los dos escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-42 Resultados 8 horas monóxido de carbono CO para los dos escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-43 Resultados 1 hora monóxido de carbono CO para los dos escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-44 Resultados 24 horas dióxido de azufre SO2 para los dos escenarios estudiados. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3-45 Resultados 1 hora dióxido de azufre SO2 para los dos escenarios estudiados. ... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1 Contaminante de fuentes fijas puntual 9
Fotografía 3-2 Contaminante de fuentes puntuales y de área 9
Fotografía 3-3 Contaminante de fuentes de área 10
Fotografía 3-4 Contaminante de fuentes fijas de área 10
Fotografía 3-5 Contaminante de fuentes fijas dispersas 11
Fotografía 3-6 Contaminante de fuentes puntuales y fijas dispersas 11
Fotografía 3-7 Contaminante de fuentes puntuales y de fijas dispersas 12
Fotografía 3-8 Contaminante de fuentes puntuales y dispersas 12
Fotografía 3-9 Contaminante de fuentes de área 13
Fotografía 3-10 Contaminante de fuente puntual 13
Fotografía 3-11 Contaminante de fuentes de área 14
Fotografía 3-12 Contaminante de fuente fija puntual 17
Fotografía 3-13 Contaminante de fuentes fijas puntules 17
Fotografía 3-14 Contaminante de fuentes de área, fuentes moviles y lineales 18
Fotografía 3-15 Contaminante de fuentes de área, fuentes moviles y lineales 18
Fotografía 3-16 Contaminante de fuentes de área 19
Fotografía 3-17 Contaminante de fuentes de área 19
Fotografía 3-18 Contaminante de fuentes puntuales y fuentes de área 20
Fotografía 3-19 Contaminante de fuentes puntuales y fuentes de área 20
Fotografía 3-20 Contaminante de fuentes de área 21
Fotografía 3-21 Contaminante de fuente fija dispersa 25
Fotografía 3-22 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas 25
Fotografía 3-23 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas 26
Fotografía 3-24 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas 26
Fotografía 3-25 Contaminante de fuente fijas de área 27
Fotografía 3-26 Contaminante de fuente fijas de área 27
Fotografía 3-27 Contaminante de fuente fijas dispersas 28
Fotografía 3-28 Contaminante de fuente fijas dispersas 28
Fotografía 3-29 CA_1: Estación de fondo 57
Fotografía 3-30 CA_2: Estación de tráfico 58
Fotografía 3-31 CA_3: Estación vientos abajo 59

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.9 Atmósfera

La evaluación de la calidad del aire tiene como propósito fundamental realizar la caracterización del estado actual de preservación del recurso aire, igualmente identificar las fuentes generadoras de contaminación atmosférica presentes en el área de influencia, velando porque la posible carga de contaminantes gaseosos, vapores y/o material particulado no sobrepase los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental.

3.2.9.1 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas

Se realizó recolección de información primaria durante el trabajo de campo realizado entre el 27 de marzo y el 30 de marzo de 2025, donde se logró identificar las posibles fuentes generadoras de emisiones atmosférica en el área de influencia, las cuales están constituidas por emisiones derivadas de actividades antrópicas propias de zonas rurales y actividad industrial proveniente de la industria de hidrocarburos y el aprovechamiento de palma, catalogadas como fuentes área, dispersas, puntuales, móviles y lineales, así como en visitas en campo se identificaron fuentes de emisiones asociadas a la actividad industrial del explotación de hidrocarburos.

En este numeral se presenta un inventario de las fuentes que pueden fomentar un cambio en las concentraciones de gases y material particulado existentes en la atmósfera y por lo tanto cambios en la calidad del aire. El inventario de fuentes fijas se realizó a través de recorridos de las vías existentes, fotografías satelitales y cartografía nueva y existente, las fuentes lineales se identificaron desde la cartografía existente y por recorridos en el área de estudio y para las fuentes móviles se realizó mediante un estudio de tráfico.

3.2.9.1.1 Identificación y descripción de fuentes de emisión línea base

Para la identificación de fuentes de emisiones atmosféricas presentes en el área de estudio, fue necesario partir de lo que define la Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas del MADS (2017), donde se indica que "*un inventario de fuentes de emisión es un conjunto de datos que caracterizan y cuantifican las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el tipo de fuente y la cantidad de contaminantes emitidos, en un área de estudio durante un intervalo de tiempo determinado",* a partir de este concepto se derivan las clases de fuentes según su forma de descarga de contaminantes a la atmósfera (Ver **Figura 3-1**).

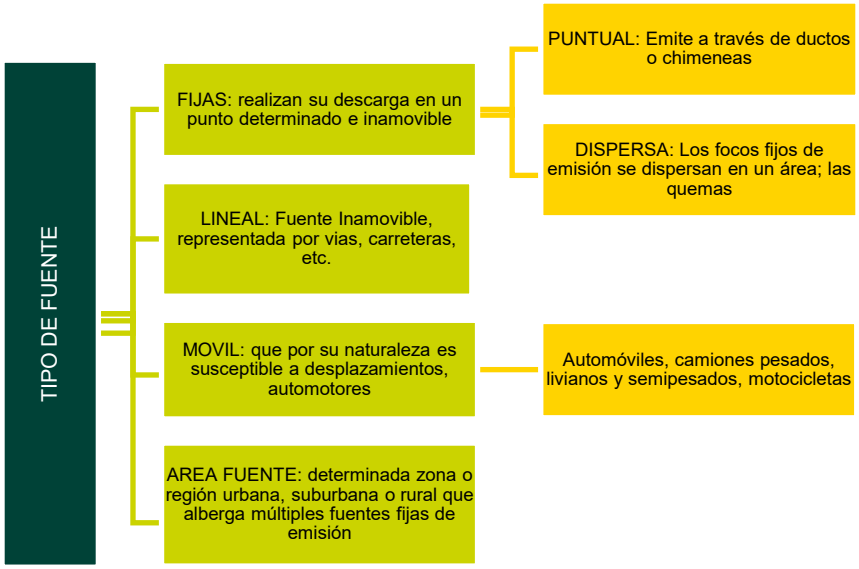


Figura 3-1 Clasificación de las fuentes de emisión
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.1.1.1 Fuentes Fijas y Áreas Fuente

En el área de influencia del proyecto se identificaron múltiples fuentes de emisiones atmosféricas, asociadas principalmente a las actividades industriales presentes en la zona, en particular aquellas del sector petrolero (infraestructura de producción y transporte de hidrocarburos) y de la agroindustria de la palma de aceite (plantas extractoras y de tratamiento). Adicionalmente, se evidenciaron fuentes provenientes de procesos constructivos residenciales y actividades domésticas y comunitarias, tales como la quema abierta de residuos y el uso de maquinaria agrícola en predios rurales.

Para la caracterización espacial de estas fuentes, se georreferenciaron los puntos identificados durante los recorridos de campo, diferenciando según el tipo de fuente (puntual, de área o dispersa). En la **Tabla 3-1** se presentan las coordenadas planas de origen único nacional de cada punto registrado, y en la **Figura 3-2** se ilustra su localización espacial con respecto al área de influencia del proyecto.

Es importante señalar que en algunas zonas se identificó la convergencia de varios tipos de fuente, lo que refleja la complejidad de las dinámicas antrópicas locales. Por ejemplo, en ciertos clústeres petroleros o predios agroindustriales, coexisten emisiones de calderas (fuentes puntuales), emisiones difusas por transporte interno y almacenamiento de materiales (fuentes de área) y emisiones dispersas asociadas a malas prácticas ambientales, como quemas a cielo abierto.

Esta superposición de fuentes fue considerada en la caracterización y modelación de emisiones, mediante la incorporación del concepto de concentración de fondo, el cual representa el aporte conjunto de las fuentes preexistentes y externas al proyecto, conforme a lo detallado en las secciones correspondientes del informe de modelación.

Las fuentes identificadas se agrupan en las siguientes categorías:

- Fuentes puntuales: correspondientes principalmente a chimeneas industriales, calderas o sistemas de combustión identificados en plantas extractoras de palma y algunas instalaciones petroleras (ej. PC14, PC15, PC39).

- Fuentes de área: como zonas de tránsito de vehículos pesados, patios de almacenamiento de materiales, zonas de excavación y movimiento de suelos, presentes en clústeres petroleros, proyectos constructivos y zonas agrícolas.

- Fuentes dispersas: asociadas a actividades no controladas y con ubicación más difusa, como la quema de residuos sólidos a cielo abierto, quemas agrícolas y uso de maquinaria en labores de arado.

En las secciones siguientes se describen en detalle cada una de estas fuentes, su localización, naturaleza de las emisiones y su posible influencia sobre la calidad del aire en el área de estudio.

Tabla 3-1 Coordenadas de ubicación de las fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en el área de influencia

ID	DESCRIPCIÓN GENERAL	TIPO DE FUENTES IDENTIFICADAS	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
			ESTE (m)	NORTE (m)
PC1	Clúster 37 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931648,88	1985964,91
PC10	Plantas de aprovechamiento de palma	Áreas-Fuente y dispersas	4930376,05	1995770,73
PC10_1	Planta extractora La Mejorana	Áreas- Fuente	4930496,66	1995789,05
PC12	Clúster 14 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4925966,57	1996968,18
PC13	Clúster 4 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4924383,41	1997675,57
PC14	Planta extractora Alianza Oriental	Puntuales	4935570,76	1999378,77
PC15	Planta de tratamiento Oleaginosa Santa Ana	Puntuales	4931945,22	1999821,65
PC2	Clúster 1 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931034,57	1986345,11
PC20	Clúster 53 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931184,01	1985986,48
PC21	Clúster 89 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931247,35	1985812,60
PC22	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4931421,55	1986321,34
PC23	Quema de basuras en predio y obras menores de construcción de vivienda	Dispersas	4931699,88	1985623,67
PC24	Clúster 81 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931830,86	1987668,40
PC25	Zona de quemas con fines agrícolas	Dispersas	4937319,52	1987607,00
PC26	Zona de quemas con fines agrícolas	Dispersas	4938849,99	1986728,63
PC27	Zona de arado y zona de quemas con fines agrícolas	Dispersas	4940181,05	1985424,14
PC28	Zona de loteos y obras menores de construcción de vivienda	Áreas-Fuente y dispersas	4929075,98	1991168,27
PC29	Clúster 33 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4928534,26	1996519,60
PC3	Clúster 5 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4931581,65	1987453,22
PC30	Zona de loteos y obras menores de construcción de vivienda	Áreas-Fuente y dispersas	4927707,13	1996839,03
PC31	Zona de loteos y obras menores de construcción de vivienda	Áreas-Fuente y dispersas	4926574,05	1996690,72
PC32	Zona de depósito de material granular	Áreas-Fuente y dispersas	4925395,61	1997197,71
C33	Construcción de casas prefabricadas y depósitos de material granular	Áreas-Fuente y dispersas	4931648,68	1989634,61

ID	DESCRIPCIÓN GENERAL	TIPO DE FUENTES IDENTIFICADAS	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
			ESTE (m)	NORTE (m)
PC35	Predio Mónaco, zona de obras de construcción de vivienda	Áreas-Fuente y dispersas	4928716,58	2000587,77
PC36	Galpones de gallinas	Dispersas	4937366,92	1998993,95
PC37	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4939430,25	1998208,00
PC38	Zona de arado	Dispersas	4939878,35	1997944,26
PC39	Pozo Pachiaquiario 1 Apiay	Áreas-Fuente, puntuales y dispersas	4943479,21	1997283,80
PC40	Pozo Pachiaquiaro N1 Apiay	Áreas-Fuente, puntuales y dispersas	4944584,00	1998559,48
PC41	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4942440,48	1993956,21
PC42	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4944416,14	1995704,36
PC43	Clúster 25 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4928625,73	1997562,90
PC44	Clúster 23 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4927796,20	1998187,93
PC45	Clúster 27 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4927075,16	1998002,65
PC46	ZODME 3 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4926578,63	1998274,88
PC47	Área expuesta	Dispersas	4927885,32	1997768,23
PC48	Laguna facultativa	Dispersas	4930624,81	1996668,52
PC49	Clúster 18 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4928213,67	1998729,41
PC5	CDK, Centro de Maniobras Acacías	Áreas-Fuente y puntuales	4931710,63	1988558,42
PC51	Zona de excavaciones	Áreas-Fuente y dispersas	4930875,71	1995660,14
PC52	Zona de aprovechamiento de residuos sólidos; Pacas de Biogás	Dispersas	4934235,48	1995433,56
PC53	Clúster 15 de Ecopetrol	Áreas-Fuente, puntuales y dispersas	4932925,93	1988513,27
PC54	Clúster 34 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4927687,37	1997441,04
PC55	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4937621,55	1987435,58
PC56	Locación Leyenda-Kimera	Áreas-Fuente y dispersas	4936181,99	1992860,21
PC57	Zona de Arado, restos de quemas de material vegetal	Dispersas	4941165,02	1987050,46
PC58	Quema de basura a cielo abierto	Dispersas	4929006,12	2000433,03
PC59	Marraneras	Dispersas	4940899,00	1986621,44
PC60	Arado con tractor	Dispersas	4940307,45	1985598,35
PC7	ZODME 1 de Ecopetrol	Áreas-Fuente y dispersas	4932509,82	1989106,36
PC8	Clúster 35 y Clúster 64	Áreas-Fuente y dispersas	4931976,06	1989558,63
PC9	Caserío quebraditas (obra municipal y actividades de construcción de vivienda)	Áreas-Fuente y dispersas	4943634,33	1995511,89

Fuente: SGI S.A.S, 2025

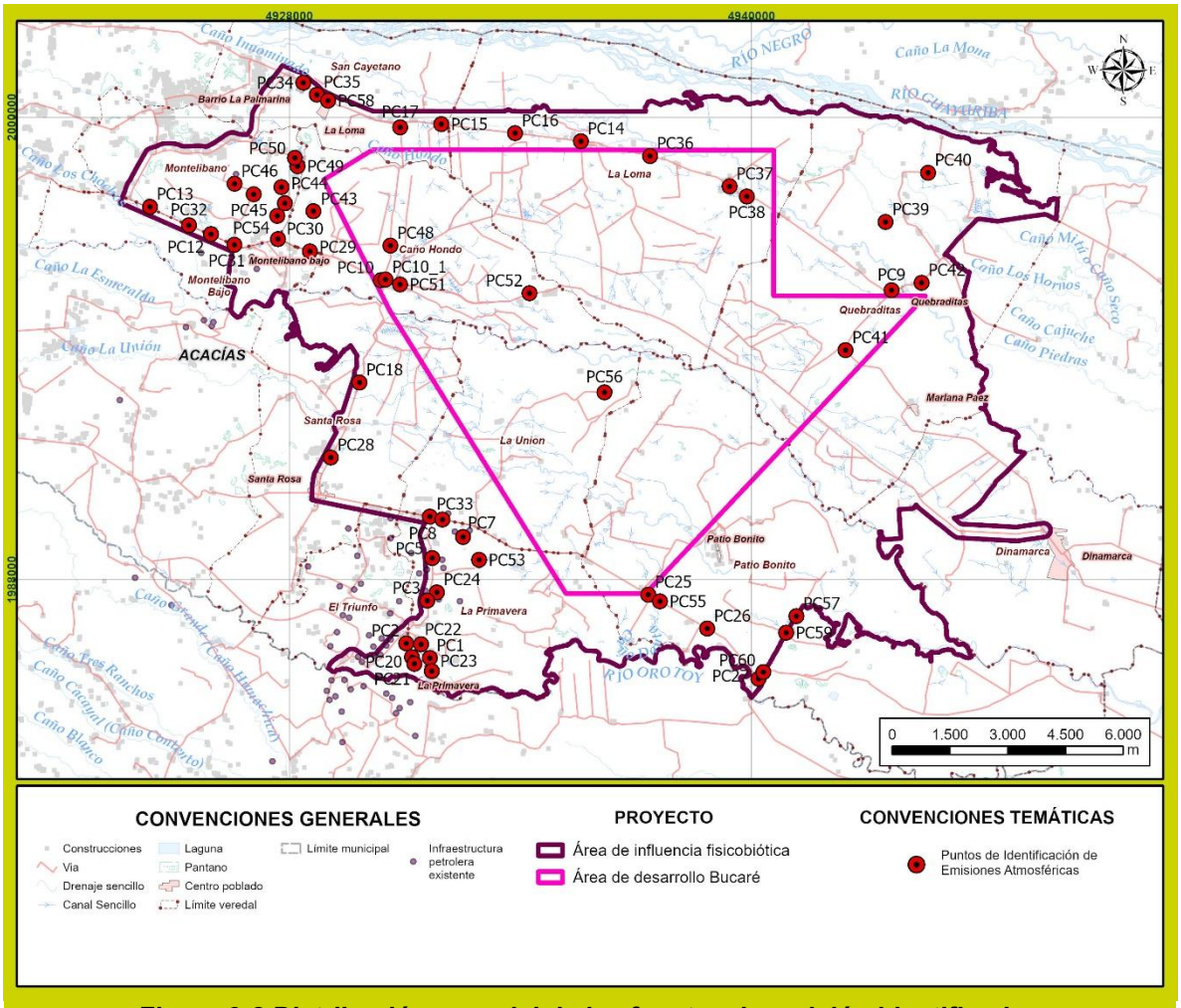


Figura 3-2 Distribución espacial de las fuentes de emisión identificadas
Fuente: SGI SAS, 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, se aclara que, durante el proceso de identificación y caracterización de fuentes de emisión en el área de influencia del proyecto, no se presentaron dificultades relevantes. Asimismo, se tiene que la distribución de las fuentes identificadas responde a las características del uso del suelo al interior del polígono de intervención, donde no se desarrolla una actividad industrial densificada, predominando predios con uso agropecuario. En este contexto, los recorridos de campo realizados no evidenciaron la presencia de actividades adicionales con una contribución significativa al componente atmosférico

3.2.9.1.1.1.1 Infraestructura de Ecopetrol Existente

Durante las actividades de campo desarrolladas para la identificación y caracterización de fuentes de emisión atmosférica en el área de influencia del proyecto, se constató la presencia de infraestructura operativa perteneciente a Ecopetrol. Estas infraestructuras presentaron diversas condiciones y dinámicas asociadas a fuentes de emisión atmosférica, principalmente de tipo puntual, de área y dispersa. A continuación, se describen las principales observaciones realizadas en los sitios visitados:

- Zonas de Disposición de Material de Excavación (ZODMES)

  Durante la visita técnica a las Zonas de Operación para el Desarrollo de Materiales de Excedente (ZODMES), se evidenció la operación continua de maquinaria pesada, como retroexcavadoras y volquetas, involucradas en actividades de movimiento de tierras, nivelación y adecuación de superficies. Asimismo, se identificaron extensas áreas destinadas al almacenamiento temporal de materiales granulares (arena, grava, subbase), los cuales se encontraban dispuestos a cielo abierto, sin ningún tipo de cobertura o contención, lo que los hace altamente susceptibles a procesos de resuspensión por efecto del viento y el tránsito vehicular.

  Estas condiciones generan emisiones atmosféricas significativas de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), derivadas del levantamiento de partículas finas durante el manejo y transporte de estos materiales. Este fenómeno se ve exacerbado en contextos climáticos caracterizados por altas temperaturas, baja humedad relativa y presencia de vientos moderados, condiciones que fueron observadas en el área durante la inspección.

  Este tipo de actividades constituye una fuente de emisión de área, con impactos directos sobre la calidad del aire a nivel local y regional, especialmente en zonas donde no se han implementado medidas de control de polvo ni mecanismos efectivos de mitigación. Además, la operación de maquinaria amarilla contribuye a la emisión de contaminantes atmosféricos adicionales, como dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), producto de la combustión incompleta de los combustibles fósiles utilizados en estos equipos.

- Clústeres operativos de Ecopetrol

  En los clústeres visitados se observaron extensas superficies sin cobertura vegetal, sometidas a intervención constante por actividades de obra civil, como excavaciones, rellenos, compactaciones y adecuación del terreno. Estas superficies descubiertas actúan como fuentes dispersas de emisión atmosférica, dado su estado de exposición y el continuo tránsito de equipos y maquinaria.

  Entre la maquinaria identificada se encuentran retroexcavadoras, compactadoras, mezcladoras de concreto y plantas móviles de generación eléctrica. El tránsito frecuente de volquetas para el acarreo de materiales genera emisiones por resuspensión de partículas en vías internas no pavimentadas. Estas condiciones convierten a los clústeres en zonas con presencia simultánea de fuentes de área y fuentes dispersas, cuya actividad sostenida incide negativamente en la calidad del aire y en la visibilidad ambiental del entorno inmediato. Las emisiones generadas por la actividad de maquinaria amarilla son los productos por la combustión de diésel tales como material particulado (PM10 y PM2.5), dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (VOC´s).

- Locaciones de pozos en operación (Pachiaquiaro y Leyenda-Kimera)

  En las locaciones y áreas de operación de pozos se observaron diversas fuentes de emisión. Se identificaron suelos descubiertos y sin estabilización, los cuales, al estar sometidos al tránsito de vehículos y maquinaria, generan emisiones por resuspensión de polvo, clasificándose como fuentes de área.

  Además, se documentó el uso de generadores eléctricos alimentados con diésel, instalados para suplir las necesidades energéticas en ausencia de red eléctrica convencional. Estos

equipos representan fuentes puntuales de emisión, asociadas a la combustión de combustibles fósiles, generando contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), material particulado (PM), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Estas emisiones contribuyen de forma directa a la degradación de la calidad del aire en el entorno inmediato.

- Centro de Maniobras Acacías CDK

  En el Centro de Maniobras ubicado en el municipio de Acacías se identificó la presencia de maquinaria amarilla empleada en labores de mantenimiento de infraestructura, así como generadores eléctricos diésel en funcionamiento. El desarrollo de actividades en áreas sin pavimentar o con baja compactación genera emisiones por resuspensión de material particulado, mientras que los equipos de generación representan fuentes puntuales de contaminantes atmosféricos derivados de la combustión, tales como dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs).

  Estas condiciones convierten al centro en un sitio con presencia combinada de fuentes móviles (vehículos y maquinaria), fuentes de área (resuspensión de suelos) y fuentes puntuales (generadores), lo cual tiene una incidencia significativa en la calidad del aire a escala local, particularmente en ausencia de medidas de mitigación y control de emisiones.

A continuación, la **Tabla 3-2** presenta los detalles de los contaminantes emitidos principalmente por estas actividades, así como la **Tabla 3-3** presenta el registro fotográfico y los detalles correspondientes a las fuentes identificadas.

Tabla 3-2 Emisiones asociadas a la infraestructura de Ecopetrol

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
Compuestos orgánicos volátiles	Se generan producto de las actividades de combustión	Según la EPA[1] se tienen los siguientes efectos: - Irritación de ojos, nariz y garganta - Dolores de cabeza, perdida de coordinación y nauseas - Daños en el hígado, los riñones y sistema nervioso central - Algunos COVs pueden causar cáncer en los seres humanos
Material particulado	Las emisiones de material particulado se generan, por un lado, como producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles, especialmente en motores de combustión interna y calderas. Por otro lado, se originan también por procesos mecánicos como el manejo y transporte de materiales granulares (arena, grava, subbase) y la erosión de superficies de rodadura en vías no pavimentadas, debido al tránsito vehicular y a la acción del viento, lo que produce resuspensión de partículas al ambiente.	Según la EPA[2] se tienen los siguientes efectos: - Muerte prematura en personas con enfermedades cardiacas o pulmonares - Infartos de miocardio no mortales - Latidos irregulares - Asma agravada - Función pulmonar reducida - Irritación en vías respiratorias, tos o dificultad para respirar
Óxidos de azufre SOx	Generado en los procesos de combustión principalmente por el contenido de azufre en los combustibles empleados generalmente como es el caso del Diesel.	Según la EPA[3], la exposición a los óxidos de azufre puede dificultar la respiración y dañar el sistema respiratorio. En altas concentraciones de SO2 se pueden generar SO3 que a su vez, puede reaccionar en la atmósfera con otros compuestos y generar partículas en

[1] https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality

[2] https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente

[3] https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics

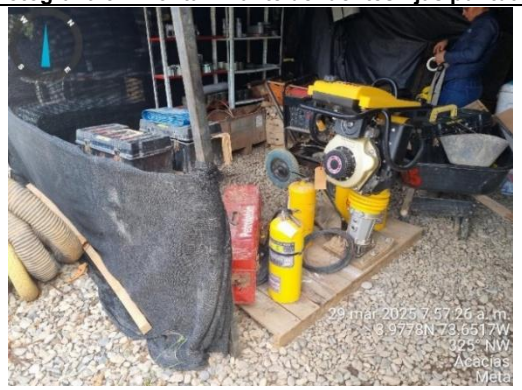
CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
		suspensión, contribuyendo al material particulado, así como sus efectos sobre la salud.
Óxidos de nitrógeno NOx	Generado por las actividades de combustión, asociado a las altas temperaturas de combustión del aire atmosférico y en menor parte, a la composición del combustible empleado generalmente como el Diesel.	Según la EPA[4], el NO2 actúa como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz y a garganta. Así mismo la exposición a dosis altas de NO2 puede provocar edema pulmonar y lesión pulmonar difusa. Por otra parte, una exposición continua a NO2 puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica. Finalmente, la exposición a niveles de NO2 bajos puede causar un aumento en la reactividad bronquial en algunos asmáticos, diminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en niños pequeños.
Monóxido de carbono	Generados a partir de la combustión incompleta de los combustibles.	Según la EPA[5], la exposición al monóxido de carbono (CO) afecta la salud al formar carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. A bajas concentraciones puede causar fatiga en personas sanas y dolor en el pecho en quienes padecen enfermedades cardíacas. A niveles moderados, puede provocar angina, visión borrosa y disminución de la función cerebral. En concentraciones altas, produce mareo, dolor de cabeza, náuseas, confusión y síntomas similares a la gripe que desaparecen al salir del lugar. En niveles muy altos, puede ser mortal.

Fuente: AP42, Cap 3.4., Large Stationary Diesel An All-Stationary Dual Fuel Engine, Cap 3.3 Gasoline and diesel industrial engines, Cap 13.2.4 Agregate Handilng and Storage Piles y Cap 13.2.3 Heavy Construction operations EPA (1996).

Cabe aclarar que los contaminantes mencionados anteriormente están presentes de forma natural y regular en el aire ambiente. Sin embargo, los efectos adversos sobre la salud y el ambiente dependen de la exposición a concentraciones específicas de dichos contaminantes. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de su documento “Directrices mundiales sobre la calidad del aire”, establece valores de referencia para concentraciones seguras, definidos como directrices y metas intermedias. Estas metas intermedias han servido como base para la formulación de la normatividad nacional en materia de calidad del aire.

[4] https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior
[5] https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/carbon-monoxides-impact-indoor-air-quality

Tabla 3-3 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a infraestructura existentes de Ecopetrol

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ACTIVIDADES DE OBRA CIVIL EN CLÚSTERES DE ECOPETROL	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2.	Operación de generador eléctrico que funciona a partir de combustión de combustibles fósiles.	4927694.13	1997586.66	Clúster 15	Fuentes Fija Puntual	 **Fotografía 3-1 Contaminante de fuentes fijas puntual**
ACTIVIDADES DE OBRA CIVIL EN CLÚSTERES DE ECOPETROL	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2., NO_2.	Operación por parte del personal de obra de equipos que funcionan a base de la combustión de combustibles fósiles.	4927683.03	1997575.62	Clúster 15 y 34	Fuentes Puntuales y de Área	 **Fotografía 3-2 Contaminante de fuentes puntuales y de área**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ACTIVIDADES DE OBRA CIVIL EN CLÚSTERES DE ECOPETROL	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2.	Operación de maquinaria amarilla que funciona a partir de la combustión de combustibles fósiles. Movimiento de material de excavación	4927694.01	1997431.97	Clúster 15 y 34	Fuentes de Área	 Fotografía 3-3 Contaminante de fuentes de área
ACTIVIDADES DE OBRA CIVIL EN CLÚSTERES DE ECOPETROL	PM10 y PM2.5	Suspensión de material particulado debido a excavaciones menores	4927073.03	1998007.05	Clústeres 27 y 35	Fuentes fijas de área	 Fotografía 3-4 Contaminante de fuentes fijas de área

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
OPERACIÓN DE CLÚSTERES DE ECOPETROL	PM10 y PM2.5	Áreas expuestas a erosión eólica	4931581.74	1987451.06	Todos los Clústeres que operan dentro del área de influencia del proyecto	Fuentes fijas dispersas	 **Fotografía 3-5 Contaminante de fuentes fijas dispersas**
OPERACIÓN DE POZOS PACHIAQUIARO 1 Y PACHIAQUIARO N1 APIAY	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2.	Operación de equipos tales como Tea, generadores de respaldo y motores menores que funcionan a base de combustibles fósiles. Exposición de áreas sin pavimentar que desprenden partículas por erosión eólica.	4944584.34	1998558.30	Pozo Pachiaquiaro N1	Fijas puntuales y fijas dispersas	 **Fotografía 3-6 Contaminante de fuentes puntuales y fijas dispersas**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
			4943484.97	1997277.23	Pozo Pachiaquiaro 1	Fijas puntuales y fijas dispersas	 **Fotografía 3-7 Contaminante de fuentes puntuales y de fijas dispersas**
OPERACIÓN LOCACIÓN LEYENDA-KIMERA	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2.	Operación de equipos tales como Tea, generadores de respaldo y motores menores que funcionan a base de combustibles fósiles. Exposición de áreas sin pavimentar que desprenden partículas por erosión eólica.	4936180.11	1992851.10	Locación Leyenda-Kimera	Fuentes Puntuales y dispersas	 **Fotografía 3-8 Contaminante de fuentes puntuales y dispersas**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
OPERACIÓN ZODMES DE ECOPETROL	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5,NO_2.	Operación de maquinarilla y volquetas, las cuales además de emitir contaminantes al aire por procesos de combustión, emiten material particulado durante el movimiento de material de excavación.	4932526.29	1989118.88	ZODME 1 y ZODME 3	Fuentes de área	 **Fotografía 3-9 Contaminante de fuentes de área**
OPERACIONES EN CENTRO DE MANIOBRAS ACACIAS CDK	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Operación de planta eléctrica	4931760.09	1988522.75	Centro de maniobras CDK	Fuente Puntual	 **Fotografía 3-10 Contaminante de fuente puntual**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Operación de maquinaria para mantenimientos periódicos en la zona	4931715.72	1988555.94	Centro de maniobras CDK	Fuente de área	 Fotografía 3-11 Contaminante de fuentes de área

Fuente: SGI S.A.S., 2025

3.2.9.1.1.1.2 Infraestructura Agroindustrial Existente

Durante las actividades de campo se identificaron fuentes asociadas a la actividad de aprovechamiento de palma, en donde se destacan la operación de calderas, generadores eléctricos, retrocargadores, buldócer y volquetas que mueven y procesan las materias primas en grandes cantidades. Durante las labores de campo se identificaron actividades industriales de las siguientes empresas:

- Palmar de Llano
- La Mejorana
- Oleaginosa Santa Ana
- Alianza Oriental

Durante la visita de campo, únicamente la empresa La Mejorana permitió el ingreso sin restricciones para el registro fotográfico de las actividades desarrolladas, lo que permitió identificar directamente las fuentes de emisión mencionadas previamente. Entre estas actividades, se resalta la magnitud visual de las emisiones generadas por el transporte de materiales dentro de la zona. Si bien las fuentes móviles serán abordadas con mayor detalle en secciones posteriores del presente documento, se pudo evidenciar que estas operaciones generan una significativa cantidad de material particulado, principalmente debido a la resuspensión de partículas desde las superficies de rodadura en vías no pavimentadas.

A continuación, la **Tabla 3-4** presenta los detalles de los contaminantes emitidos principalmente por estas actividades, así como la **Tabla 3-5** presenta el registro fotográfico y los detalles correspondientes a las fuentes identificadas.

Tabla 3-4 Emisiones asociadas a la infraestructura agroindustrial

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
Compuestos orgánicos volátiles	Se generan producto de las actividades de combustión	Según la EPA[6] se tienen los siguientes efectos: - Irritación de ojos, nariz y garganta - Dolores de cabeza, perdida de coordinación y nauseas - Daños en el hígado, los riñones y sistema nervioso central - Algunos COVs pueden causar cáncer en los seres humanos
Material particulado	Las emisiones de material particulado se generan como producto de la combustión incompleta de biomasa principalmente en calderas. Por otro lado, las actividades de transporte de materias primas traen consigo la emisión de partículas por fenómenos de resuspensión en vías no pavimentadas.	Según la EPA[7] se tienen los siguientes efectos: - Muerte prematura en personas con enfermedades cardiacas o pulmonares - Infartos de miocardio no mortales - Latidos irregulares - Asma agravada - Función pulmonar reducida Irritación en vías respiratorias, tos o dificultad para respirar
Óxidos de azufre SOx	Generado en los procesos de combustión principalmente por el contenido de azufre en la biomasa, sin embargo, las emisiones son bajas debido al bajo contenido de azufre en el Biodiesel de palma	Según la EPA[8], la exposición a los óxidos de azufre puede dificultar la respiración y dañar el sistema respiratorio. En altas concentraciones de SO2 se pueden generar SO3 que a su vez, puede reaccionar en la atmósfera con otros compuestos y generar

6 https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality

7 https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente

8 https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
		partículas en suspensión, contribuyendo al material particulado, así como sus efectos sobre la salud.
Óxidos de nitrógeno NOx	Generado por las actividades de combustión, asociado a las altas temperaturas de combustión del aire atmosférico y en menor parte, a la composición del Biodiésel de palma	Según la EPA[9], el NO2 actúa como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz y a garganta. Así mismo la exposición a dosis altas de NO2 puede provocar edema pulmonar y lesión pulmonar difusa. Por otra parte, una exposición continua a NO2 puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica. Finalmente, la exposición a niveles de NO2 bajos puede causar un aumento en la reactividad bronquial en algunos asmáticos, diminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en niños pequeños.
Monóxido de carbono	Generados a partir de la combustión incompleta de los combustibles.	Según la EPA[10], la exposición al monóxido de carbono (CO) afecta la salud al formar carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. A bajas concentraciones puede causar fatiga en personas sanas y dolor en el pecho en quienes padecen enfermedades cardíacas. A niveles moderados, puede provocar angina, visión borrosa y disminución de la función cerebral. En concentraciones altas, produce mareo, dolor de cabeza, náuseas, confusión y síntomas similares a la gripe que desaparecen al salir del lugar. En niveles muy altos, puede ser mortal.

Fuente: AP42, Cap 3.4., Large Stationary Diesel An All Stationary Dual Fuel Engine, Cap 3.3 Gasoline and diesel industrial engines, Cap 13.2.4 Agregate Handilng and Storage Piles y Cap 13.2.3 Heavy Construction operations EPA (1996).

Cabe aclarar que los contaminantes mencionados anteriormente están presentes de forma natural y regular en el aire ambiente. Sin embargo, los efectos adversos sobre la salud y el ambiente dependen de la exposición a concentraciones específicas de dichos contaminantes. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de su documento “Directrices mundiales sobre la calidad del aire”, establece valores de referencia para concentraciones seguras, definidos como directrices y metas intermedias. Estas metas intermedias han servido como base para la formulación de la normatividad nacional en materia de calidad del aire.

9 https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior
10 https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/carbon-monoxides-impact-indoor-air-quality

Tabla 3-5 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a la agroindustria local

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ACTIIVIDADES DE APROVECHAMIENTO DE PALMA EN LA PLANTA LA MEJORANA	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2.	Operación de generador eléctrico que funciona a partir de la combustión de combustibles fósiles.	4930544.71	1995761.25	Planta La Mejorana, Vereda Caño Hondo	Fuente Fija Puntual	 Fotografía 3-12 Contaminante de fuente fija puntual
	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2.	Operación de calderas que funcionan a partir de la combustión de biomasa	4930544.71	1995761.25	Planta La Mejorana, Vereda Caño Hondo	Fuentes fijas puntuales	 Fotografía 3-13 Contaminante de fuentes fijas puntules

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ACTIVIDADES DE TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2.	Operación de volquetas en la zona para el transporte de materias primas. Resuspensión de partículas debido al paso de vehículos de carga pesada en la zona	4930500.31	1995739.18	Planta La Mejorana, Vereda Caño Hondo	Fuentes de área, fuentes móviles[11] y lineales	 **Fotografía 3-14 Contaminante de fuentes de área, fuentes moviles y lineales**
			4931934.89	1999815.47	Planta Oleaginosa Santa Ana, Vereda Caño Hondo		 **Fotografía 3-15 Contaminante de fuentes de área, fuentes moviles y lineales**

[11] Si bien las fuentes móviles se tratan en una subsección posterior, se incluye la operación de vehículos de carga en esta sección en la que se trata específicamente la actividad industrial existente.

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
MANEJO DE MATERIAS PRIMAS EN LA PLANTA LA MEJORANA	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2.	Operación de maquinaria amarilla que funciona a partir de la combustión de combustibles fósiles.	4930500.36	1995816.53	Planta La Mejorana, Vereda Caño Hondo	Fuentes de área	 **Fotografía 3-16 Contaminante de fuentes de área**
			4930500.36	1995816.53	Planta La Mejorana, Vereda Caño Hondo	Fuentes de área	 **Fotografía 3-17 Contaminante de fuentes de área**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ACTIVIDADES DE APROECHAMIENTO DE OTRAS EMPRESAS EN LA ZONA	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2.	Actividades de manejo y procesamiento de materias primas que involucran maquinaria amarilla, calderas y generadores eléctricos	4935574.32	1999381.88	Planta Extractora Alianza Oriental, Vereda Caño Hondo	Fuentes fijas puntuales y fuentes de área	 **Fotografía 3-18 Contaminante de fuentes puntuales y fuentes de área**
			4930289.51	1995805.64	Planta Extractora Alianza Oriental, Vereda Caño Hondo		 **Fotografía 3-19 Contaminante de fuentes puntuales y fuentes de área**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, , NO_2	Operación de maquinaria para mantenimientos periódicos en la zona	4931715.72	1988555.94	Centro de maniobras CDK	Fuente de área	

Fotografía 3-20 Contaminante de fuentes de área

Fuente: SGI S.A.S., 2025

3.2.9.1.1.1.3 Actividades de la Comunidad

Durante las labores de campo se logró identificar un conjunto de actividades recurrentes llevadas a cabo por la comunidad local, las cuales representan fuentes significativas de emisiones atmosféricas.

Entre estas actividades se destacan la quema de residuos sólidos a cielo abierto y la incineración de material vegetal con fines agrícolas, prácticas que generan una importante liberación de contaminantes como material particulado (PM10 y PM2.5), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno (NOx).

Asimismo, se observó el uso de maquinaria agrícola pesada, particularmente tractores para labores de arado, lo que contribuye a la resuspensión de partículas del suelo y a la emisión de gases producto de la combustión diésel. A esto se suman las actividades relacionadas con obras de construcción municipal y la edificación de viviendas en pequeña y mediana escala, las cuales también constituyen fuentes de emisión de polvo, compuestos orgánicos y otros contaminantes derivados del movimiento de tierra, mezclas de cemento y uso de maquinaria.

Estas prácticas presentan una distribución espacial heterogénea, razón por la cual se clasifican como fuentes de emisión dispersas y de área. Si bien su carácter individual puede parecer de bajo impacto, su efecto acumulativo resulta relevante, especialmente en zonas con escasa ventilación atmosférica o en condiciones meteorológicas desfavorables. En consecuencia, dichas emisiones tienen el potencial de deteriorar la calidad del aire local, generando riesgos tanto para la salud humana como para los ecosistemas cercanos.

A continuación, la **Tabla 3-6** presenta los detalles de los contaminantes emitidos principalmente por estas actividades, así como la **Tabla 3-7** presenta el registro fotográfico y los detalles correspondientes a las fuentes identificadas.

Tabla 3-6 Emisiones asociadas a las actividades de la comunidad

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
Compuestos orgánicos volátiles	Se generan por la combustión incompleta de residuos municipales, agrícolas, plásticos o neumáticos. Incluyen metano, olefinas, aromáticos, acetileno y oxigenados.	Según la EPA[12] se tienen los siguientes efectos: - Irritación de ojos, nariz y garganta - Dolores de cabeza, perdida de coordinación y nauseas - Daños en el hígado, los riñones y sistema nervioso central - Algunos COVs pueden causar cáncer en los seres humanos
Material particulado	Se produce en altas concentraciones debido a la baja eficiencia de combustión y la presencia de cenizas, hollín y restos sólidos en los residuos quemados. Así mismo, en las partículas más finas se pueden encontrar metales pesados como plomo, zinc, cobre, cromo, entre otros, esto dependerá del tipo de residuo que se queme. Por otro lado, se genera en procesos de movimiento de materiales pétreos utilizados para la construcción.	Según la EPA[13] se tienen los siguientes efectos: - Muerte prematura en personas con enfermedades cardiacas o pulmonares - Infartos de miocardio no mortales - Latidos irregulares - Asma agravada - Función pulmonar reducida Irritación en vías respiratorias, tos o dificultad para respirar

[12] https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality

[13] https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
Óxidos de azufre SOx	Su emisión depende del contenido de azufre en los residuos. Es bajo en residuos vegetales, pero elevado en plásticos, neumáticos o materiales industriales.	Según la EPA[14], la exposición a los óxidos de azufre puede dificultar la respiración y dañar el sistema respiratorio. En altas concentraciones de SO2 se pueden generar SO3 que a su vez, puede reaccionar en la atmósfera con otros compuestos y generar partículas en suspensión, contribuyendo al material particulado, así como sus efectos sobre la salud.
Óxidos de nitrógeno NOx	Generados en cantidades bajas a moderadas debido a las bajas temperaturas de combustión típicas de la quema abierta.	Según la EPA[15], el NO2 actúa como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz y a garganta. Así mismo la exposición a dosis altas de NO2 puede provocar edema pulmonar y lesión pulmonar difusa. Por otra parte, una exposición continua a NO2 puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica. Finalmente, la exposición a niveles de NO2 bajos puede causar un aumento en la reactividad bronquial en algunos asmáticos, diminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en niños pequeños.
Monóxido de carbono	Emitido en grandes cantidades como resultado de la combustión incompleta por baja disponibilidad de oxígeno y combustión no controlada.	Según la EPA[16], la exposición al monóxido de carbono (CO) afecta la salud al formar carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. A bajas concentraciones puede causar fatiga en personas sanas y dolor en el pecho en quienes padecen enfermedades cardíacas. A niveles moderados, puede provocar angina, visión borrosa y disminución de la función cerebral. En concentraciones altas, produce mareo, dolor de cabeza, náuseas, confusión y síntomas similares a la gripe que desaparecen al salir del lugar. En niveles muy altos, puede ser mortal.
Sustancias precursoras de olores ofensivos	Aunque estas sustancias no se consideran contaminantes criterio ni representan un riesgo directo para la salud en términos toxicológicos agudos, sí tienen una incidencia significativa en la percepción ambiental, el bienestar de la comunidad y la calidad de vida de la población circundante. Además, su presencia puede favorecer la proliferación de vectores y plagas si no se implementan medidas adecuadas de manejo. En instalaciones pecuarias como marraneras y galpones avícolas, se generan diversos compuestos gaseosos como resultado de procesos de digestión anaerobia del estiércol y la orina, así como de la fermentación microbiana de materia orgánica en descomposición. Estos gases incluyen sustancias precursoras de olores ofensivos, compuestos orgánicos volátiles (COVs) y gases de efecto	Según el Ministerio de salud[17], la exposición a olores ofensivos puede causar efectos negativos en la salud como irritación ocular, nasal y de garganta, náuseas, dolores de cabeza, fatiga, estrés, alteraciones del estado de ánimo y empeoramiento de enfermedades respiratorias como el asma. También afecta la calidad de vida, generando malestar, encierro en el hogar y deterioro del bienestar emocional, especialmente en poblaciones vulnerables como niños y personas con afecciones respiratorias.

14 https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics
15 https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior
16 https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/carbon-monoxides-impact-indoor-air-quality
17 https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf

CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	EFECTOS A LA SALUD
	invernadero como el metano (CH_4), los cuales pueden tener impactos tanto ambientales como sociales si no son debidamente controlados.	

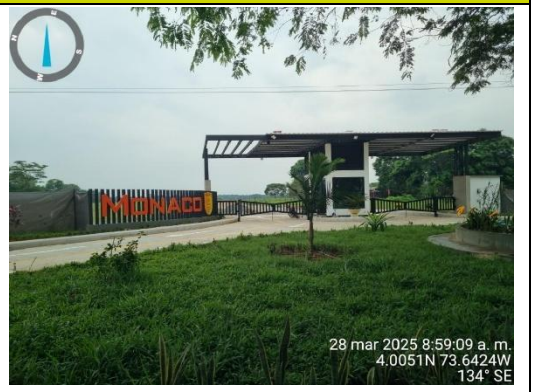
Fuente: AP42, Cap 2.5 Open Burning, Cap 13.2.4 Agregate Handilng and Storage Piles y Cap 13.2.3 Heavy Construction operations EPA (1996).

Cabe aclarar que los contaminantes mencionados anteriormente están presentes de forma natural y regular en el aire ambiente. Sin embargo, los efectos adversos sobre la salud y el ambiente dependen de la exposición a concentraciones específicas de dichos contaminantes. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de su documento “Directrices mundiales sobre la calidad del aire”, establece valores de referencia para concentraciones seguras, definidos como directrices y metas intermedias. Estas metas intermedias han servido como base para la formulación de la normatividad nacional en materia de calidad del aire.

Tabla 3-7 Fuentes fijas puntuales y dispersas identificadas en el área del proyecto asociadas a las actividades de la comunidad

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
QUEMAS DE BASURA A CIELO ABIERTO	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2.	Quema de basuras a celo abierto dentro de predios de la comunidad, según la comunidad es una práctica recurrente debido a la ausencia de servicio de aseo en la zona. Si bien en campo se observa que las zonas de quema son pequeñas, la frecuencia de esta práctica hace que los impactos en la calidad del aire sean potencialmente altos.	4929006,12	2000433,03	Vereda Montelíbano	Fuentes Fija Dispersa	 **Fotografía 3-21 Contaminante de fuente fija dispersa**
QUEMA DE MATERIAL VEGETAL PARA FINES AGRICOLAS	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Quemas de material vegetal en áreas considerables destinadas a cultivos, es una práctica recurrente entre las fincas de la zona debido a que es una manera barata y rápida de remover cobertura vegetal de las pasadas siembras, así como un método de control de plagas y fertilización. No obstante, es una práctica que tiene un impacto ambiental considerable, principalmente en el componente atmosférico	4941165,02	1987050,46	Veredas Montelíbano, Quebraditas, Caño Hondo y Patio Bonito		 **Fotografía 3-22 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
ARADO CON TRACTOR	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Las actividades de arado en la zona involucran gases de combustión provenientes del uso de tractores para dicho fin, así como la emisión de partículas que genera por si misma la actividad.	4940307,45	1985598,35	Veredas Montelíbano, Quebraditas, Caño Hondo y Patio Bonito,	Fuentes fijas de área y dispersas	 **Fotografía 3-23 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas**
OBRAS MUNICIPALES	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Actividades de construcción que involucran gases de combustión provenientes de las actividades de maquinaria amarilla y uso de equipos de obra, así como la emisión de partículas a la atmosfera debido al movimiento de material de excavación.	4943634,33	1995511,89	Vereda Quebraditas	Fuentes fijas de área y dispersas	 **Fotografía 3-24 Contaminante de fuente fijas de área y dispersas**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
CONSTRUCCION DE VIVIENDA	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES, COV, CO, NO_X, SO_X, PM, PM10, PM2.5, NO_2	Principalmente se generan emisión de partículas a la atmosfera debido al movimiento de material pétreo empleado en la construcción de viviendas, no obstante, en algunos casos, los loteos emplean maquinaria amarilla tales como retroexcavadora o buldócer	4928716,58	2000587,77	Vereda San Cayetano	Fuentes fijas de área	 **Fotografía 3-25 Contaminante de fuente fijas de área**
AVICULTURA	CH4, COVs SUSTANCIAS PRECURSORAS DE OLORES OFENSIVOS, TRS H2S NH3.	La crianza de aves para distintos usos genera principalmente olores ofensivos, junto con metano y algunos compuestos orgánicos volátiles	4937366,92	1998993,95	Vereda San Cayetano	Fuentes fijas de área	 **Fotografía 3-26 Contaminante de fuente fijas de área**

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	GENERACIÓN DEL CONTAMINANTE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		LUGAR	TIPO DE FUENTE	FOTOGRAFÍA
			ESTE	NORTE			
PORCICULUTA	CH4, COVs SUSTANCIAS PRECURSORAS DE OLORES OFENSIVOS, TRS H2S NH3.	La crianza de porcinos para distintos fines trae consigo la generación de olores ofensivos	4940899,00	1986621,44	Vereda Quebraditas	Fuentes fijas dispersas	 **Fotografía 3-27 Contaminante de fuente fijas dispersas**
APROVECHAMIENTO DE REISUDOS SOLIDOS, GENERACIÓN DE BIOGÁS	COVs, CH4, SUSTANCIAS PRECURSORAS DE OLORES OFENSIVOS, H2S TRS NH3	En condiciones ideales, las actividades de aprovechamiento de residuos sólidos mediante pacas biodigestoras no generan olores ofensivos ni compuestos orgánicos volátiles (COVs). Sin embargo, cuando se presentan fallas en el sistema de aprovechamiento, pueden producirse fugas de sustancias precursoras de olores ofensivos, así como de COVs y metano.	4934235,48	1995433,56	Vereda Caño Hondo	Fuentes fijas dispersas	 **Fotografía 3-28 Contaminante de fuente fijas dispersas**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

3.2.9.1.2 Fuentes Lineales

Dentro del área de Desarrollo Bucare, se encuentra una red vial existente que se compone de vías de diferentes tipos, las cuales han sido clasificadas de acuerdo con los criterios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Estas vías se utilizan para conectar los diferentes centros poblados, veredas, fincas y zonas de producción económica del área, así como para conectar la región con las vías nacionales.

En el contexto del Proyecto de Desarrollo, es necesario describir las vías de acceso existentes necesarias para su desarrollo. Estas vías son fundamentales para garantizar la movilidad y el acceso a las diferentes zonas del área, facilitando el transporte de maquinaria, personal y materiales. En este orden de ideas, se realizó la caracterización de éstas, considerando la funcionalidad de las principales vías existentes asociadas al proyecto. Dicha caracterización se basó en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 y adoptado como norma técnica para los proyectos de la red vial nacional mediante la Resolución 000744 del 4 de marzo de 2009, establece las tipologías de carreteras de acuerdo con las características técnicas de cada una. La clasificación se da por diversos criterios, según su funcionalidad, pueden ser nacionales o primarias, departamentales o secundarias, y municipales o terciarias como se lista en la **Tabla 3-8** según INVIAS; así mismo, de acuerdo con sus características y transitabilidad se presenta la **Tabla 3-9** según IGAC.

Es importante destacar que la ubicación y descripción precisa de las vías definitivas dependerá de las actividades proyectadas y la Zonificación de Manejo Ambiental correspondiente. Por esta razón, se requiere la elaboración de los respectivos Planes de Manejo Ambiental (PMA) específicos para cada actividad, donde se definirán con detalle las vías de acceso necesarias para el proyecto.

Tabla 3-8 Clasificación vial según su funcionalidad - INVIAS

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
TIPO PRIMARIO (PRIMER ORDEN)	*Son aquellas troncales, transversales y accesos a las Capitales y Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países, pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto.* *Las carreteras consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas.*
TIPO SECUNDARIO (SEGUNDO ORDEN)	*Son aquellas vías de accesos que unen las cabeceras Municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera Municipal y conectan con una carretera primaria.* *Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.*
TIPO TERCIARIO (TERCER ORDEN)	*Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus Veredas o unen Veredas entre sí.* *Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las consideraciones geométricas estipuladas para las vías secundarias.*

Fuente: Numeral 1.2 denominado Clasificación de Las Carreteras, contenido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008, adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional mediante la Resolución número 0744 del 4 de marzo del 2009, adaptado por S.G.I S.A.S, 2025

Tabla 3-9 Clasificación vial según sus especificaciones - IGAC

TIPOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	TRANSITO
TIPO 1	*Revestimiento duro (concreto) o flexible (asfalto), carretera pavimentada transitable durante todo el año*	*Ancho de calzada mayor a 5,0 m de ancho*	*Transitable durante todo el año*
TIPO 2	*Revestimiento suelto o ligero presenta afirmado, carretera no pavimentada transitable durante todo el año*	*Ancho de calzada mayor a 5,0 m de ancho*	*Transitable durante todo el año, aunque puede cerrarse únicamente por condiciones meteorológicas desfavorables*
TIPO 3	*Revestimiento duro Pavimentada y angosta, carretera transitable durante todo el año*	*Ancho de calzada menor a 5,0 m de ancho*	*Transitable durante todo el año*

TIPOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	TRANSITO
TIPO 4	*Revestimiento suelto o ligero, carretera no pavimentada, transitable durante todo el año*	*Ancho de calzada menor de 5,0 m de ancho*	*Transitable en tiempo seco*
TIPO 5	*Pavimento con placa huella con volumen de tránsito bajo*	*Ancho de calzada menor de 5,0 m de ancho*	*Transitable durante todo el año por transporte liviano*
TIPO 6	*Vía carreteable sin afirmado, transitable en tiempo seco*	*Ancho de calzada menor de 5,0 m de ancho*	*Vía natural para el paso de tracción animal y peatonal y hasta vehículos livianos tipo camionetas.*
TIPO 7	*Camino o sendero. Pueden ser naturales o construidos, se pueden encontrar con revestimiento o sin él.*	*Sin ancho establecido.*	*Transitada por animales de carga o personas*

Fuente: Catálogo de Objetos Geográficos, Cartografía Básica De Colombia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adaptado por S.G.I S.A.S., 2025

Las fuentes lineales identificadas corresponden a las vías de acceso que se contemplan para la ejecución del proyecto, las cuales van desde la vía Nacional Ruta 65 que conecta los municipios de Guamal y Acacias en su tramo 6509, se desprende una serie de vías terrestres (V1, V2 y V3) que permiten el ingreso a diferentes Áreas del polígono Bucare, las cuales se han clasificado en 3 grupos de vías. El Primer grupo, corresponde a las vías que se identifican a partir de la Vía terciaria V1, vías que permiten el ingreso a zonas del sector norte del proyecto. El segundo grupo, corresponde a las vías que se identifican a partir de la vía terciaria V2 y que permiten el ingreso a sectores centrales del proyecto y finalmente el tercer grupo, corresponde a las vías que se desprenden a partir de la vía Departamental V3 y que permiten el ingreso a sectores del sur del proyecto Área de Desarrollo Bucare. (Ver **Figura 3-3**).

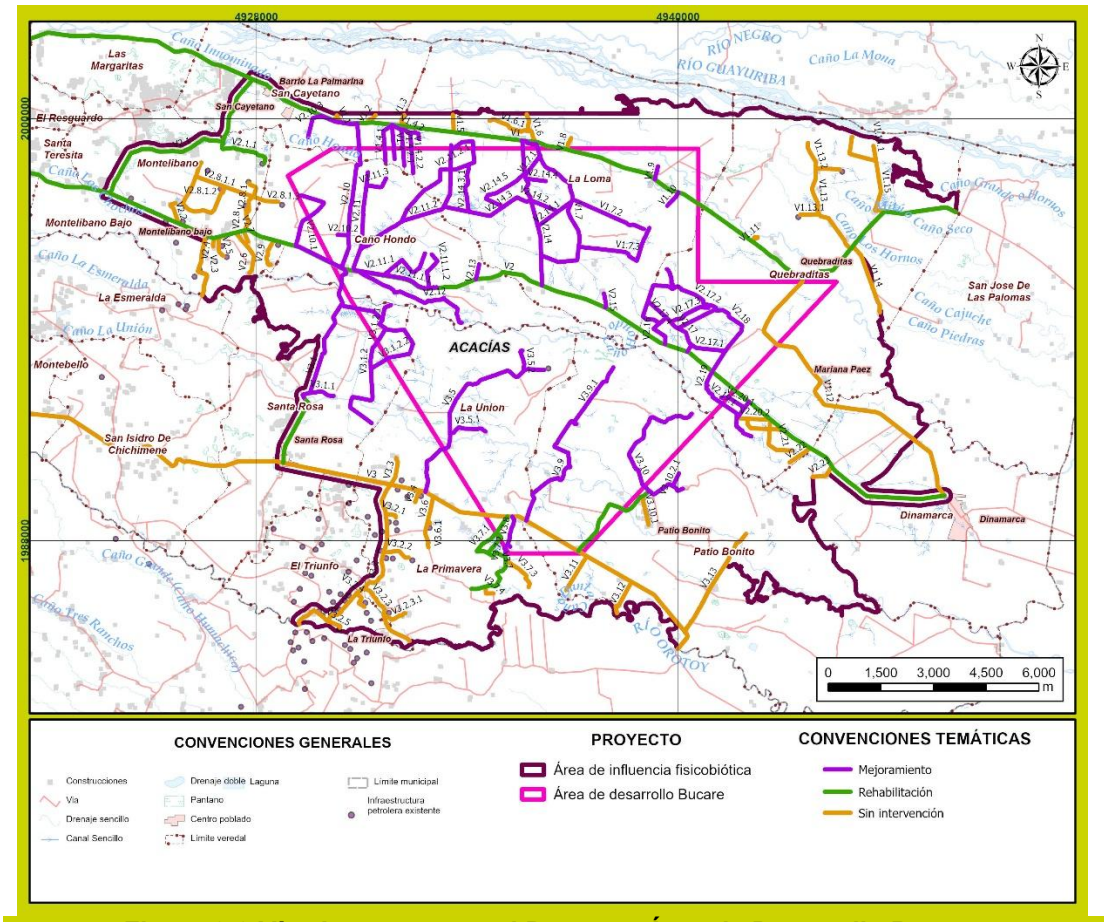


Figura 3-3 Vías Internas para el Proyecto Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S, 2025

La red vial se caracteriza por ser vías entre veredales, privadas y una vía secundaria o Departamental que por lo general se encuentran pavimentadas hasta los centros poblados de las principales veredas, además de vías que han sido adecuadas por el sector petrolero por los proyectos aledaños existentes como son El Bloque Cubarral, Apiay y Zocay. De este inventario vial se estimó un total de 128 tramos viales para una longitud total de 296,22 Km con las características identificadas a continuación en la **Tabla 3-10**, seguido de una descripción de cada tramo identificado. En el **Anexo, Descripción del Proyecto/4.1 Infraestructura existente/2.1.1 Infraestructura vial**, se identifica la descripción de cada vía con su listado de obras asociadas y en el **Anexos/ 4. Anexos Descripción del Proyecto/4.1 Infraestructura existente/2.1.1.1 Obras de arte**. Se reporta el registro fotográfico de las obras identificadas.

Tabla 3-10 Resumen de las vías de acceso para el Área de Desarrollo Bucare

ID VÍA	LONGITUD (m)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				ANCHO CALZADA (m)	CLASIF. INVIAS	CLASIF. IGAC
		ESTE INICIO	NORTE INICIO	ESTE FIN	NORTE FIN			
V1	37697,09	4915086,01	1999216,63	4947906,70	1997342,42	2,20	Terciaria	Tipo 1 y Tipo 2
V1.1	379,74	4930377,94	1999913,59	4930290,40	2000098,19	2,50	Terciaria	Tipo 5
V1.2	352,12	4931248,97	1999888,66	4931390,81	2000104,23	2,60	Terciaria	Tipo 4

ID VÍA	LONGITUD (m)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				ANCHO CALZADA (m)	CLASIF. INVIAS	CLASIF. IGAC
		ESTE INICIO	NORTE INICIO	ESTE FIN	NORTE FIN			
V1.3	431,68	4932247,55	1999779,86	4932204,88	2000108,63	2,80	Terciaria	Tipo 5 y Tipo 6
V1.4	978,02	4931859,78	1999828,12	4931932,74	1998852,91	2,80	Terciaria	Tipo 6
V1.4.1	1176,12	4931677,68	1998769,51	4931860,73	1999807,75	2,80	Terciaria	Tipo 6
V1.4.2	966,30	4931861,07	1999800,60	4932625,34	1999425,92	2,80	Terciaria	Tipo 6
V1.4.2.1	1026,28	4932127,85	1999686,07	4932209,23	1998663,31	2,80	Terciaria	Tipo 6
V1.4.2.2	1150,93	4932376,82	1999601,95	4932466,63	1998454,74	3,50	Terciaria	Tipo 6
V1.5	498,21	4933613,28	1999618,55	4933591,52	2000116,20	3,00	Terciaria	Tipo 4
V1.6	874,57	4935935,01	1999343,21	4935689,95	2000127,62	3,00	Terciaria	Tipo 4
V1.6.1	1307,66	4935822,54	1999638,42	4934630,07	1999940,80	2,50	Terciaria	Tipo 6
V1.7	5254,11	4936102,07	1996115,12	4935669,48	1999369,63	4,00	Terciaria	Tipo 4
V1.7.1	730,59	4936075,16	1998953,55	4935637,10	1998369,12	3,40	Terciaria	Tipo 6
V1.7.2	2218,84	4936998,52	1997710,54	4939029,94	1996862,71	3,50	Terciaria	Tipo 4
V1.7.3	2776,64	4937176,10	1996376,77	4939184,50	1996896,80	3,40	Terciaria	Tipo 4
V1.8	364,90	4936869,52	1999115,40	4936957,31	1999453,84	2,40	Terciaria	Tipo 6
V1.9	384,68	4939337,07	1998277,79	4939431,08	1998650,29	3,00	Terciaria	Tipo 4
V1.10	502,19	4940011,87	1997906,34	4939690,89	1997523,41	3,00	Terciaria	Tipo 6
V1.11	260,87	4942110,82	1996509,52	4942266,25	1996633,79	3,00	Terciaria	Tipo 6
V1.12	9689,50	4943534,56	1995461,74	4947583,85	1989281,89	3,70	Terciaria	Tipo 4
V1.13	3412,75	4944901,58	1996286,34	4944605,04	1998557,67	5,00	Terciaria	Tipo 4
V1.13.1	536,98	4944015,23	1997285,48	4943478,87	1997277,08	5,00	Terciaria	Tipo 4
V1.13.2	846,16	4943920,20	1998534,41	4943700,40	1999317,58	2,50	Terciaria	Tipo 6
V1.14	2074,72	4944972,04	1996367,17	4945741,72	1994488,90	3,00	Terciaria	Tipo 4
V1.15	3021,25	4945876,90	1997356,12	4944958,69	1999483,27	3,00	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V1.15.1	435,04	4945633,64	1998801,01	4945560,59	1999229,87	3,00	Terciaria	Tipo 4
V2	33907,94	4947583,85	1989281,89	4917642,19	1999884,63	6,00	Secundaria	Tipo 1
V2.1	6058,40	4923817,39	1997884,78	4927896,16	2001121,80	5,80	Terciaria	Tipo 1
V2.1.1	1707,26	4927011,65	1999364,50	4928225,52	1998736,63	5,60	Terciaria	Tipo 1
V2.2	735,30	4925772,06	1997028,93	4925701,55	1997604,30	3,10	Terciaria	Tipo 4
V2.3	1911,73	4926460,14	1994998,65	4926562,48	1996690,08	5,50	Terciaria	Tipo 1
V2.4	252,94	4926808,15	1996614,06	4926770,93	1996367,08	4,00	Terciaria	Tipo 4
V2.5	598,16	4926926,51	1996641,22	4927063,28	1996096,26	4,00	Terciaria	Tipo 4
V2.6	1361,71	4927408,35	1996761,08	4927797,53	1995614,22	3,50	Terciaria	Tipo 4
V2.7	342,71	4927631,77	1996817,05	4927763,98	1996501,22	3,20	Terciaria	Tipo 4
V2.8	623,92	4927676,65	1996828,41	4927698,12	1997414,03	5,10	Terciaria	Tipo 1
V2.8.1	1072,42	4927707,53	1997312,78	4927795,54	1998171,12	5,00	Terciaria	Tipo 1
V2.8.1.1	2148,49	4927900,04	1997786,19	4926437,95	1998751,65	5,00	Terciaria	Tipo 1 y Tipo 4
V2.8.1.2	2640,03	4926284,50	1998363,07	4927099,22	1998066,92	3,00	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6

ID VÍA	LONGITUD (m)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				ANCHO CALZADA (m)	CLASIF. INVIAS	CLASIF. IGAC
		ESTE INICIO	NORTE INICIO	ESTE FIN	NORTE FIN			
V2.8.1.3	744,30	4927898,25	1997783,94	4928621,73	1997638,40	5,00	Terciaria	Tipo 1
V2.9	838,54	4928494,26	1996549,33	4928412,47	1995852,41	2,60	Terciaria	Tipo 6
V2.10	4283,79	4930431,96	1995744,50	4930872,73	1999873,38	4,50	Terciaria	Tipo 4
V2.10.1	3731,80	4930452,71	1995815,76	4929268,43	1997819,20	2,70	Terciaria	Tipo 6
V2.10.2	311,11	4930618,37	1996688,07	4930308,35	1996699,63	2,70	Terciaria	Tipo 6
V2.10.3	1877,86	4930873,59	1999856,12	4929468,90	1999472,60	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.11	2869,32	4930794,31	1995676,16	4931174,86	1998479,83	4,80	Terciaria	Tipo 4
V2.11.1	2649,07	4930800,20	1995701,67	4932796,70	1996172,72	3,40	Terciaria	Tipo 4
V2.11.1.1	1603,51	4931653,72	1995573,92	4933126,51	1995212,18	2,70	Terciaria	Tipo 6
V2.11.1.2	1144,23	4932908,83	1995186,86	4932988,41	1996142,31	2,80	Terciaria	Tipo 4
V2.11.2	4537,78	4930955,90	1996286,12	4933540,99	1999250,57	4,00	Terciaria	Tipo 4
V2.11.2.1	4257,89	4933541,23	1999105,52	4932127,08	1997070,02	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.11.3	713,01	4931132,84	1998109,03	4931691,78	1998305,70	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.12	3706,39	4930929,44	1995654,18	4933844,78	1994200,64	3,30	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V2.13	436,96	4934247,30	1995437,32	4934339,64	1995864,28	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.14	4248,43	4936124,63	1995258,61	4935558,35	1999380,80	4,00	Terciaria	Tipo 4
V2.14.1	1192,35	4936009,97	1996939,00	4936970,75	1997643,97	3,50	Terciaria	Tipo 6
V2.14.2	826,60	4935814,90	1997677,65	4936578,62	1997361,90	3,50	Terciaria	Tipo 6
V2.14.3	2709,75	4935811,28	1997690,65	4933332,69	1997500,55	3,20	Terciaria	Tipo 6
V2.14.3.1	1384,56	4934041,90	1997357,24	4934033,79	1998695,65	3,20	Terciaria	Tipo 6
V2.14.4	578,05	4935665,02	1998293,68	4936237,97	1998226,25	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.14.5	1891,54	4935630,65	1998441,89	4935022,16	1997495,08	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.15	415,38	4937920,58	1994632,03	4937888,50	1995031,50	2,80	Terciaria	Tipo 6
V2.16	1118,25	4939625,78	1993586,61	4939676,72	1994337,34	3,20	Terciaria	Tipo 6
V2.17	3089,30	4940261,49	1993373,45	4939845,40	1995164,67	3,30	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V2.17.1	992,63	4940386,22	1993571,16	4941346,04	1993394,42	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.17.2	3358,41	4940000,43	1994035,45	4939676,02	1995722,30	3,00	Terciaria	Tipo 4
V2.17.3	1192,46	4939795,12	1994213,95	4940862,09	1994623,11	2,90	Terciaria	Tipo 6
V2.17.4	989,22	4939144,95	1994810,88	4939470,03	1994179,70	2,90	Terciaria	Tipo 6
V2.18	2541,31	4940973,37	1992811,25	4941080,50	1994580,19	3,00	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V2.19	454,51	4940975,12	1992809,85	4940836,97	1992413,21	4,50	Terciaria	Tipo 4
V2.19.1	1411,64	4940814,97	1992444,71	4941667,92	1991488,17	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.20	1358,86	4942018,96	1991951,52	4942088,98	1990964,57	3,30	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V2.20.1	750,10	4941890,75	1991776,28	4941227,10	1992073,09	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.20.2	939,75	4941718,69	1991544,07	4942619,45	1991435,75	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.20.2.1	1370,44	4941976,59	1991469,80	4943099,29	1991052,15	3,00	Terciaria	Tipo 6

ID VÍA	LONGITUD (m)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				ANCHO CALZADA (m)	CLASIF. INVIAS	CLASIF. IGAC
		ESTE INICIO	NORTE INICIO	ESTE FIN	NORTE FIN			
V2.21	1409,51	4942631,58	1991451,16	4943216,16	1990564,06	3,00	Terciaria	Tipo 6
V2.22	773,22	4943768,64	1990632,26	4943173,02	1990226,85	3,30	Terciaria	Tipo 4
V2.23	694,26	4944375,47	1990113,75	4943828,90	1989817,83	3,30	Terciaria	Tipo 4
V3	28415,30	4914710,48	1993661,12	4940001,48	1984932,61	6,00	Terciaria	Tipo 1
V3.1	6302,07	4928764,90	1990213,36	4930498,96	1995723,77	4,80	Terciaria	Tipo 3 y Tipo 2
V3.1.1	720,61	4929514,30	1992202,72	4930197,33	1992118,49	2,80	Terciaria	Tipo 6
V3.1.2	5462,54	4930441,84	1994751,32	4931283,42	1991344,24	3,50	Terciaria	Tipo 4 y Tipo 6
V3.1.2.1	530,25	4931586,68	1994298,34	4931829,27	1994705,50	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.1.2.2	2507,31	4931678,06	1994036,95	4931257,44	1992890,60	3,20	Terciaria	Tipo 6
V3.2	6047,77	4929221,90	1985620,90	4931809,84	1989596,43	6,00	Terciaria	Tipo 1
V3.2.1	332,38	4931682,84	1988766,93	4931966,27	1988664,48	4,80	Terciaria	Tipo 3
V3.2.2	796,51	4931621,41	1987667,28	4932333,19	1987523,83	4,50	Terciaria	Tipo 4
V3.2.3	2142,44	4931086,82	1986674,72	4932361,79	1985153,44	4,00	Terciaria	Tipo 3
V3.2.3.1	684,85	4931649,83	1985818,74	4932238,35	1985936,97	3,20	Terciaria	Tipo 6
V3.2.4	554,51	4930836,93	1986489,38	4931070,85	1986119,01	4,50	Terciaria	Tipo 3 y Tipo 4
V3.2.5	388,99	4930064,09	1985706,79	4930382,08	1985529,33	4,00	Terciaria	Tipo 3
V3.3	821,18	4931814,79	1989595,45	4931977,25	1990354,54	3,00	Terciaria	Tipo 6
V3.4	361,26	4932652,21	1989425,59	4932514,14	1989097,93	6,00	Terciaria	Tipo 1
V3.5	5993,87	4932806,92	1989386,79	4936186,13	1992857,78	4,30	Terciaria	Tipo 4
V3.5.1	1120,49	4933510,37	1991042,25	4934519,49	1991106,91	3,10	Terciaria	Tipo 6
V3.5.2	641,87	4935608,06	1992825,68	4935571,51	1993406,79	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.6	797,95	4933037,42	1989253,89	4932943,44	1988489,55	4,90	Terciaria	Tipo 3
V3.6.1	825,71	4932886,62	1988588,08	4932898,78	1987810,69	4,00	Terciaria	Tipo 4
V3.7	3714,90	4934116,70	1986628,87	4935140,10	1988687,93	4,50	Terciaria	Tipo 1 y Tipo 6
V3.7.1	1095,97	4934591,73	1987646,35	4934817,95	1988223,15	4,50	Terciaria	Tipo 4
V3.7.2	421,96	4935083,93	1987538,61	4935170,59	1987893,58	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.7.3	1119,50	4935098,89	1987453,64	4935747,02	1986677,77	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.7.4	410,59	4934525,00	1986694,75	4934750,08	1986501,76	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.8	929,01	4935281,71	1988689,08	4935226,78	1987829,74	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.9	4232,54	4935677,74	1988571,53	4937109,62	1991321,43	3,50	Terciaria	Tipo 4
V3.9.1	1970,14	4937036,43	1991364,90	4938158,29	1992928,89	2,90	Terciaria	Tipo 6
V3.10	6835,97	4937159,84	1987702,78	4940389,92	1991611,96	4,00	Terciaria	Tipo 3 y Tipo 6
V3.10.1	829,05	4938973,51	1989257,76	4939163,04	1988451,14	3,40	Terciaria	Tipo 3
V3.10.2	1181,35	4939169,69	1989412,30	4940138,17	1989477,48	3,20	Terciaria	Tipo 4
V3.10.2.1	407,36	4939857,72	1989547,73	4940026,42	1989917,64	3,00	Terciaria	Tipo 6
V3.11	1133,76	4937398,95	1987562,89	4936813,82	1986594,35	3,20	Terciaria	Tipo 6
V3.12	1072,14	4938676,32	1986830,60	4938260,86	1985936,60	3,20	Terciaria	Tipo 6

ID VÍA	LONGITUD (m)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				ANCHO CALZADA (m)	CLASIF. INVIAS	CLASIF. IGAC
		ESTE INICIO	NORTE INICIO	ESTE FIN	NORTE FIN			
V3.13	3318,01	4940183,52	1985424,71	4941936,73	1988198,48	3,50	Terciaria	tipo 6

Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

3.2.9.1.3 Fuentes móviles

Para la caracterización de fuentes móviles dentro del área de influencia del proyecto, se realizó un aforo vehicular, el cual se refiere al conteo sistemático y cuantitativo de los vehículos que transitan por un punto o tramo vial específico durante un periodo determinado. El objetivo es obtener datos sobre el volumen de tránsito, los periodos de mayor y menor flujo, y la clasificación de los tipos de vehículos que circulan, como automóviles, motos, buses y camiones. Este procedimiento es clave para el análisis de movilidad y planificación de la infraestructura vial.

El análisis se enfoca en tres puntos estratégicos definidos por el cliente denominados como “TPD-1”, “TPD-2” y “TPD-3”. El monitoreo fue realizado entre el 30 de marzo y el 6 de abril de 2025 por Servicios Geológicos Integrados S.G.I S.A.S., entidad acreditada mediante la más reciente Resolución 0145 del 17 de febrero de 2025 y considerando la Resolución 0083 del 29 de enero de 2025 y la Resolución 1209 del 14 de noviembre de 2024, emitidas por el IDEAM.

Para detallar los cálculos y observaciones especificas realizadas durante las campañas para cada punto de aforo vehicular, consultar el **Anexo/5. Anexo Abiótico/5.8 Atmosfera/ 5.8.3 Aforo Vehicular.**

La información de campo se registra en formatos elaborados para tal fin, similares a los formatos utilizados por la secretaría distrital de movilidad (Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte). Estos se diligencian en periodos de 60 minutos clasificando los vehículos de acuerdo con el tipo de movimiento (directo, giro a la derecha o giro a la izquierda y retorno) y de acuerdo con el tipo de vehículo, los registros se realizan en forma individual anotando una raya por cada vehículo que pasa (ver **Tabla 3-11**).

Tabla 3-11 Categorías de vehículos

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Automóvil	Automóvil	Hace referencia a vehículo automotor liviano de dos ejes simples con sistema de rueda simple.
Camioneta - campero	Camioneta - campero	Hace referencia a vehículo automotor liviano de dos ejes simples con sistema de rueda simple. El peso vehicular va desde 810 kg hasta 2200 kg.
Van pasajeros	Van pasajeros	Vehículo automotor liviano para el transporte de personal en trayectos relativamente cortos.
Bus - buseta	Bus - buseta	Vehículo automotor grande para el transporte de personal, con capacidades superiores a 25 personas.
C-2P	Camión de dos ejes pequeño	Vehículo automotor de dos ejes, 4 llantas con o sin chasis, destinado para el transporte de mercancías de menos de dos toneladas.
C-2G	Camión de dos ejes grande	Vehículo de dos ejes, con chasis de seis o más llantas destinado para el transporte de carga, con peso bruto vehicular de 3.5 toneladas y menos de 16 toneladas, con tolerancia positiva de medición de (+-) 400 kg
C3 – C4	Camión de tres ejes doble troque Camión de cuatro ejes	C3: Vehículo con chasis de tres ejes destinado para el transporte de mercancías o para aplicaciones de la industria de la construcción, con peso bruto vehicular máximo de 28 toneladas y tolerancia positiva de medición de (+-) 400 kg. C4: Vehículo con chasis de cuatro ejes destinado para el transporte de mercancías o para aplicaciones de la industria de la construcción,

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
		con peso bruto vehicular entre 31 toneladas y 32 toneladas y tolerancia positiva de medición de entre (+-) 775-800 Kg.
C5	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes Tracto camión de dos ejes con semirremolque de tres ejes Camión de dos ejes con remolque de tres ejes	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes, Tracto camión de dos ejes con semirremolque de tres ejes Camión de dos ejes con remolque de tres ejes. Con peso bruto vehicular entre 40.5 toneladas y 48 toneladas y tolerancia positiva de medición entre (+-) 1013 kg y 1200 kg.
>C5	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes Camión de tres ejes con remolque de tres ejes	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes. Camión de tres ejes con remolque de tres ejes Camión de cuatro ejes con remolque de dos ejes Con peso bruto vehicular entre 48 toneladas y 52 toneladas y tolerancia positiva de medición entre (+-)1200 y 1300 kg
Motos	Motocicleta	Vehículo de dos ruedas, provisto de un motor de cilindrada superior a 50 cm3
Bicicleta	Bicicleta	Vehículo de transporte personal de propulsión humana

Fuente: Tomado de resolución 4100 de 2004. Ministerio de Transporte.

Los instrumentos de captura fueron construidos teniendo en cuenta las diferentes categorías de vehículos presentes en el área de influencia, el registro manual y la discriminación por movimiento. La clasificación de la tipología vehicular empleada corresponde a la consignada en la **Tabla 3-11**. El formato de captura de información en campo se muestra en la **Figura 3-4**.

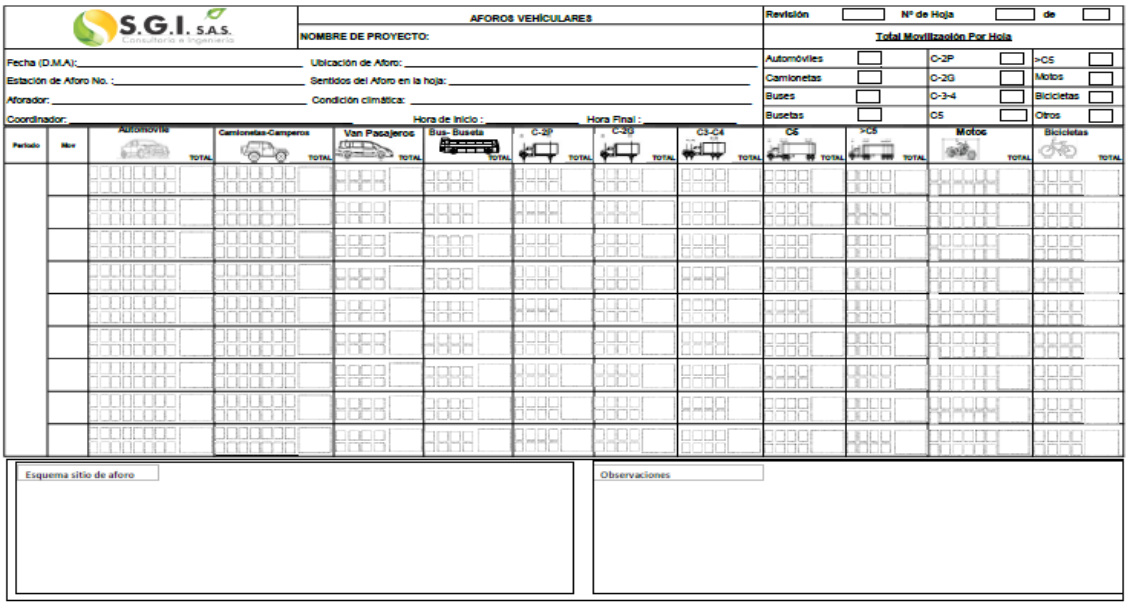


Figura 3-4 Formato Aforos Vehiculares
Fuente: SGI SAS, 2025

Se ubicaron 3 puntos de aforo vehicular identificados como “TPD-1”, “TPD-2” y “TPD-3, los cuales pueden observarse en la **Figura 3-5**.

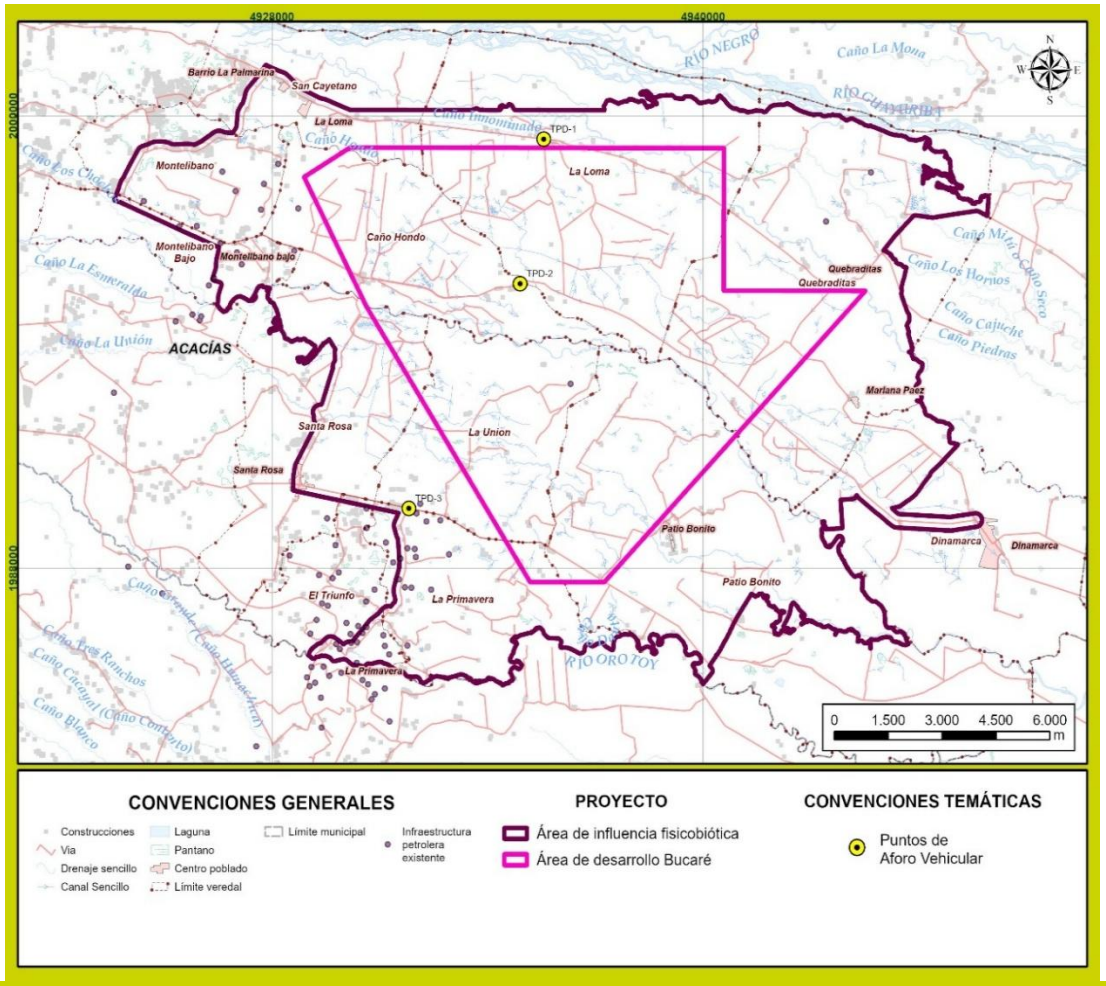


Figura 3-5 Localización Puntos de Aforo Vehicular
Fuente: SGI SAS, 2025

Tabla 3-12 Categorías de puntos de aforo vehicular

Nombre del Punto	Coordenadas Planas Magna Sirgas origen Único Nacional	
	Este	Norte
TPD-1	4935562	1999384
TPD-2	4934905	1995550
TPD-3	4931809	1989592

Fuente: S.G.I S.A.S, 2025

3.2.9.1.3.1 Resultados Aforo Vehicular Periodo Hábil

En la **Figura 3-6** se evidencia una marcada concentración del tránsito vehicular en la franja de 6:00 a 7:00 a.m. para el punto TPD1, donde se alcanza el pico máximo de circulación con más de 50 vehículos, predominantemente motos, seguidas por automóviles, vehículos de carga liviana y buses. Este comportamiento sugiere una salida temprana asociada a actividades laborales, agrícolas o industriales. Posteriormente, se observa una disminución progresiva en las horas siguientes, con una segunda fase de actividad entre 2:00 y 6:00 p.m., donde el tránsito vuelve a incrementarse, aunque de forma más distribuida. En este tramo de la tarde, se destaca la participación de vehículos de carga (C5 y >C5), así como de bicicletas, lo que indica una posible combinación de retornos

laborales, distribución de mercancía y desplazamientos locales. Durante la madrugada y la noche, el flujo es prácticamente nulo, reflejando una utilización eminentemente diurna de esta vía rural.

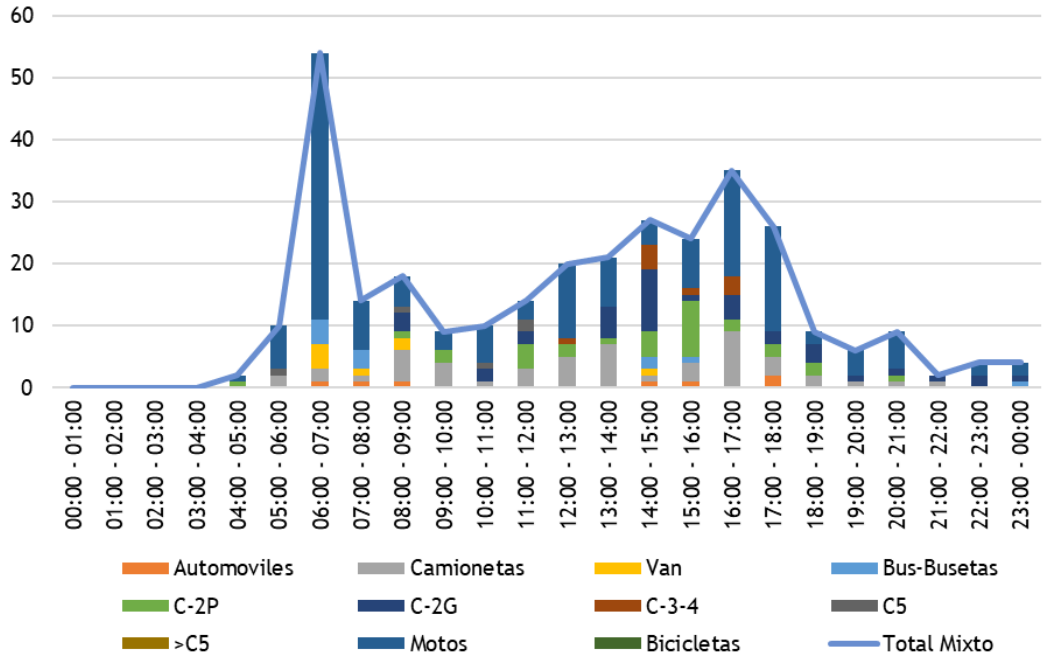


Figura 3-6 Composición Vehicular TPD 1 Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

Así mismo, se muestra en la **Figura 3-7**, que en el punto TPD-2 durante el día hábil se evidencia una mayor concentración vehicular entre las 6:00 y 7:00 a.m., con un pico de más de 110 vehículos, siendo este el valor más alto registrado entre todos los puntos monitoreados. Esta franja se caracteriza por un predominio claro de motos, seguidas por vehículos livianos como automóviles y camionetas, así como una participación relevante de vehículos de carga tipo C5 y C2G, lo cual indica un tránsito mixto asociado tanto a movilidad laboral como a operaciones logísticas o agrícolas. Luego del pico de la mañana, se presenta un descenso paulatino que se estabiliza en franjas medias, seguido de un segundo aumento entre las 4:00 y 6:00 p.m., donde el volumen supera los 80 vehículos por hora, sugiriendo una alta actividad en horario de retorno. A diferencia de otros puntos, este tramo presenta tránsito continuo desde tempranas horas de la madrugada y hasta altas horas de la noche, reflejando una vía con alta demanda operativa, posiblemente asociada a una conexión interveredal o regional de importancia.

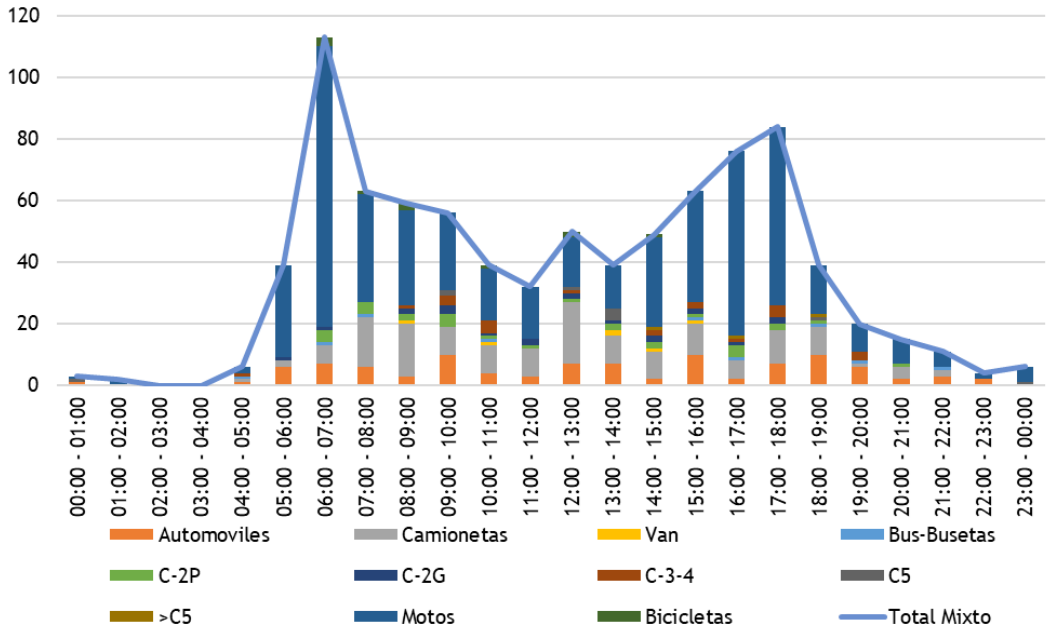


Figura 3-7 Composición Vehicular TPD 2 Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

Finalmente, para el punto TPD-3 (ver **Figura 3-8**) durante el día hábil se observa un comportamiento de tránsito vehicular con múltiples picos de flujo. El volumen máximo se presenta entre las 12:00 y 1:00 p.m., superando los 120 vehículos por hora, seguido por otros picos significativos entre las 6:00 y 8:00 a.m., así como entre las 3:00 y 5:00 p.m., lo cual indica un patrón de uso intensivo en horarios laborales y de intercambio operativo. Las motos dominan en casi todas las franjas horarias, aunque también se evidencia una participación importante y constante de automóviles, camionetas y vehículos de carga tipo C5, lo que sugiere un uso mixto de la vía, tanto para transporte individual como para actividades productivas y logísticas. A lo largo del día se mantiene la presencia de bicicletas y buses, especialmente en las franjas intermedias. El tránsito inicia antes de las 5:00 a.m. y se prolonga hasta cerca de las 10:00 p.m., reflejando una vía altamente activa, con función de conexión principal en el área rural y posiblemente con influencia de núcleos habitacionales o centros operativos cercanos.

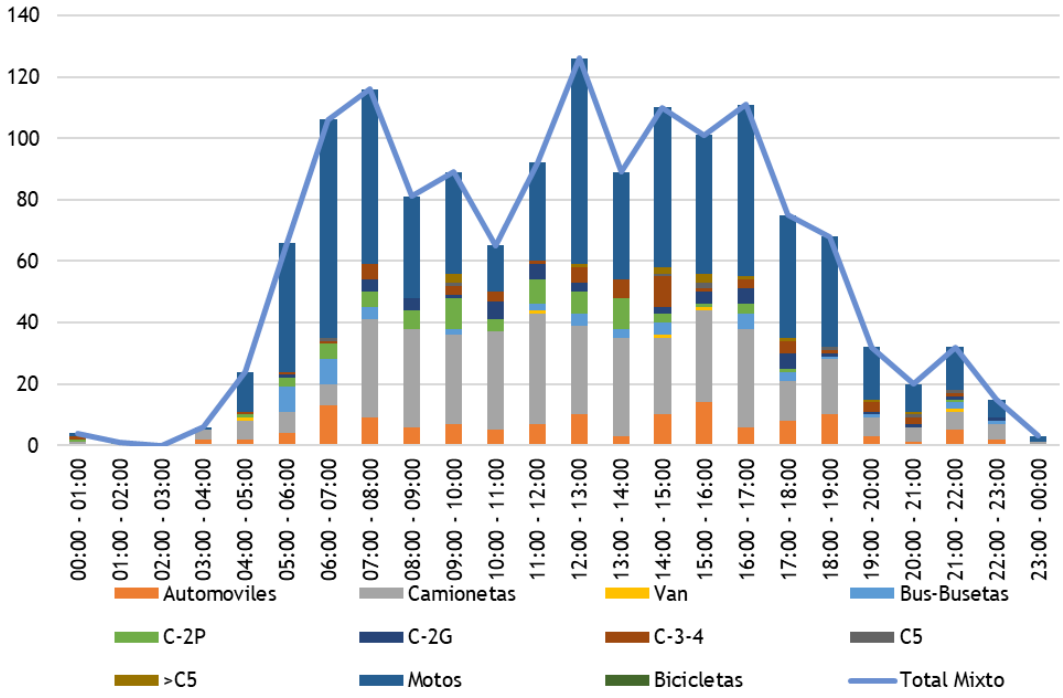


Figura 3-8 Composición Vehicular TPD 3 Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.1.3.2 Resultados Aforo Vehicular Periodo No Hábil

Durante el día no hábil, se observa para le punto TPD1 (ver **Figura 3-9**) una distribución del tránsito más homogénea a lo largo del día, con volúmenes significativamente menores en comparación con los días hábiles. El flujo inicia alrededor de las 5:00 a.m. y se mantiene relativamente estable hasta las 6:00 p.m., alcanzando su punto máximo entre 4:00 y 5:00 p.m. con un total de 15 vehículos. A diferencia del comportamiento en días laborales, donde el pico se concentra en la mañana, el tránsito en día no hábil está más asociado a actividades dispersas a lo largo del día. Se destaca la constante participación de motos como el tipo de vehículo predominante, junto con una presencia notable de vehículos de carga tipo C5 y >C5, lo que podría estar relacionado con labores de mantenimiento, desplazamientos rurales o actividades productivas que no cesan completamente durante el fin de semana. El tránsito de bicicletas y vehículos particulares es visible en horas intermedias, reflejando un patrón de movilidad más recreativo o local. Como es habitual, la madrugada y la noche presentan una actividad vehicular casi nula.

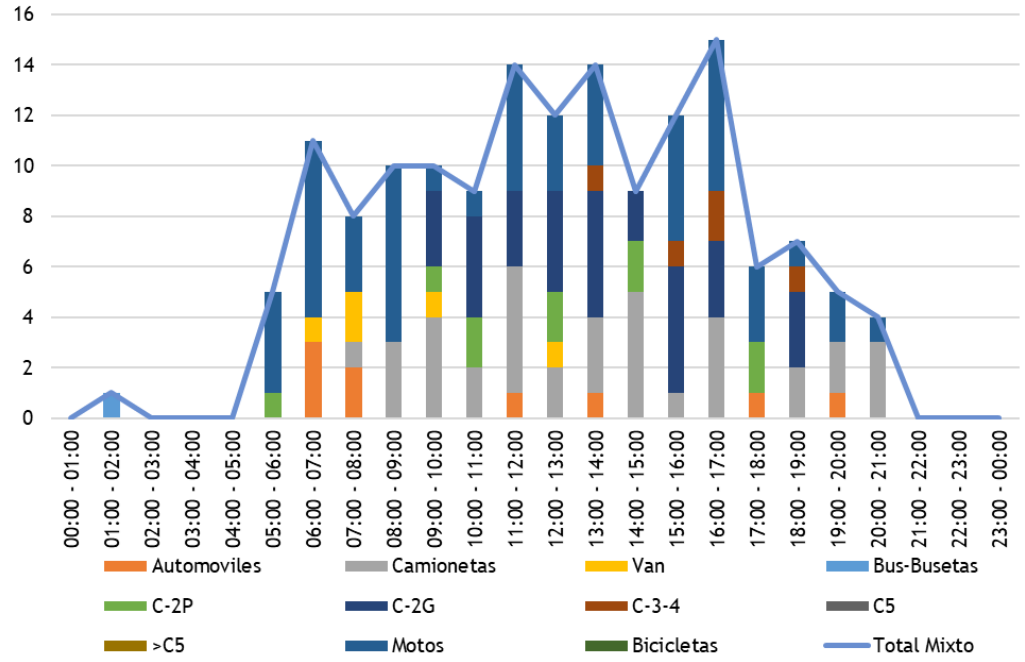


Figura 3-9 Composición Vehicular TPD 1 No Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

Así mismo, durante el periodo no hábil para el punto TPD 2 (**Figura 3-10**), el flujo vehicular muestra una alta actividad a lo largo de todo el día, con picos notables de tránsito entre 9:00 y 10:00 a.m. y nuevamente entre 3:00 y 5:00 p.m., alcanzando en ambos casos volúmenes cercanos a los 75 vehículos por hora. A diferencia del comportamiento en día hábil, donde el mayor tránsito se concentraba temprano en la mañana, durante el día no hábil la movilidad se distribuye de forma más equilibrada entre la mañana, el mediodía y la tarde. Las motos mantienen una alta participación en todas las franjas, seguidas por automóviles y camionetas, lo que refleja una actividad intensa de tránsito particular y posiblemente recreativo o familiar. También se destaca una participación constante de vehículos de carga tipo C5, y en menor medida de bicicletas, lo cual sugiere desplazamientos locales vinculados a actividades agrícolas, comercio informal o visitas a predios rurales. La continuidad del flujo hasta las 9:00 p.m. confirma que este punto mantiene una demanda vehicular significativa incluso en días no laborales, lo que refuerza su carácter de vía activa y de conexión permanente.

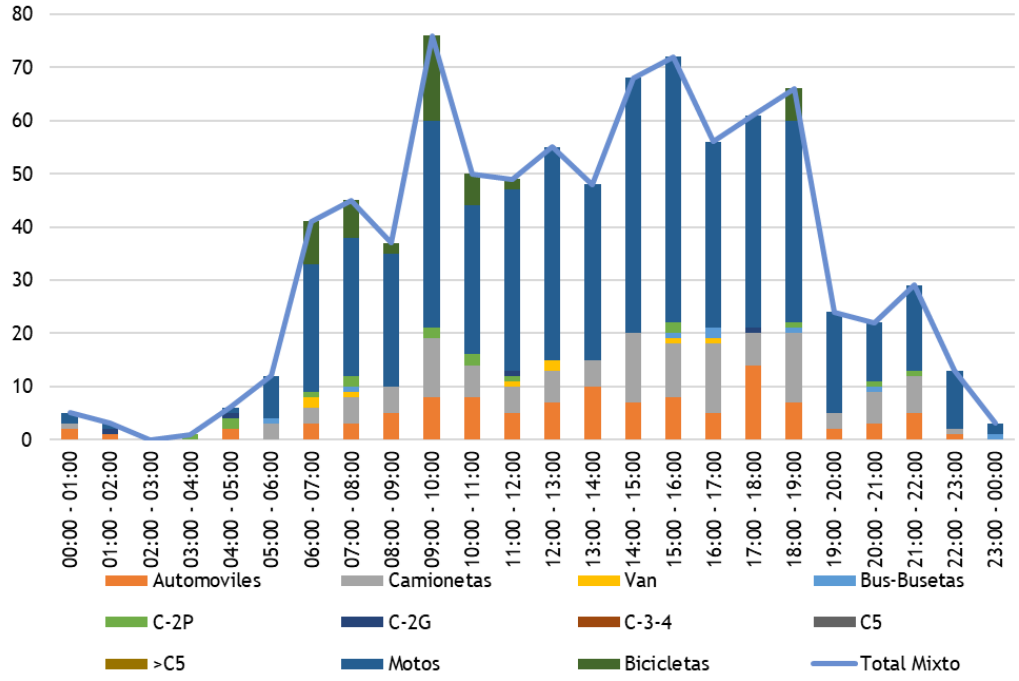


Figura 3-10 Composición Vehicular TPD 2 No Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

Finalmente, en el periodo no hábil para el punto TPD3 (ver **Figura 3-11**)se mantiene un volumen de tránsito con una distribución amplia a lo largo del día. El pico de mayor demanda se registra entre las 8:00 y 9:00 a.m., con más de 100 vehículos, seguido de un flujo intenso entre las 6:00 a.m. y 6:00 p.m., reflejando una continuidad operativa incluso en fines de semana o festivos. Las motos son el tipo de vehículo predominante en prácticamente todas las franjas horarias, seguidas por automóviles, camionetas y vehículos de carga tipo C5, lo que sugiere que esta vía es utilizada tanto para desplazamientos personales como para transporte de insumos o productos agrícolas. La presencia de bicicletas es especialmente notoria entre las 9:00 y 11:00 a.m., posiblemente asociada a actividades locales o recreativas. A pesar de ser un día no laboral, el tránsito vehicular permanece activo hasta las 9:00 p.m., lo que evidencia que TPD-3 corresponde a una vía estratégica con alto nivel de conectividad, donde la movilidad no se restringe significativamente por el tipo de día.

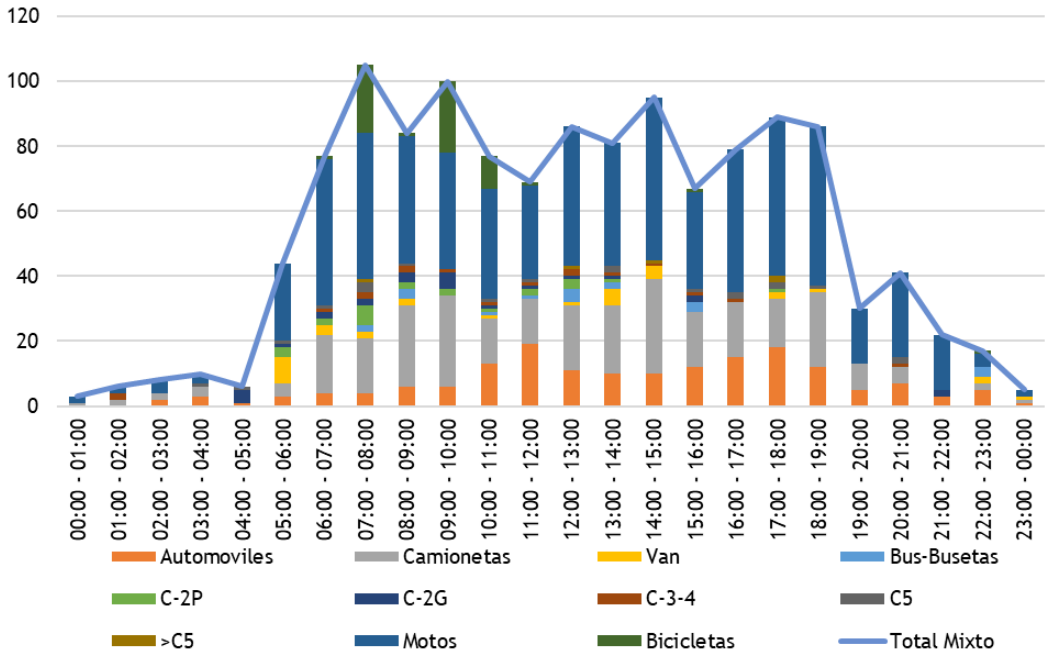


Figura 3-11 Composición Vehicular TPD 3 No Hábil
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.1.3.3 Conclusiones

A partir de la información obtenida en el proceso de aforo vehicular en los puntos “TPD-1”, “TPD-2” y “TPD-3”, se pueden extraer las siguientes conclusiones respecto al comportamiento del tráfico en los días hábiles y no hábiles del periodo evaluado.

El comportamiento del tránsito varía significativamente entre los tres puntos monitoreados, siendo TPD-3 el de mayor volumen vehicular tanto en el periodo hábil como en el no hábil, lo que evidencia que corresponde a una vía principal o de alta conectividad dentro del área rural de influencia. En todos los puntos se observó una alta participación de motos, consolidándose como el medio de transporte dominante tanto en días hábiles como no hábiles.

El punto “TPD-1” mostró un comportamiento marcadamente laboral, con un pico concentrado en horas de la mañana durante días hábiles y una notoria disminución del flujo en días no hábiles, lo que indica su vinculación directa con actividades productivas de horario regular.

El punto “TPD-2” presentó un patrón de tránsito más equilibrado entre días hábiles y no hábiles, con variaciones leves en volumen y un flujo constante desde horas tempranas. Esto sugiere un uso diversificado de la vía, posiblemente como corredor interveredal o de acceso permanente a fincas y operaciones activas toda la semana.

Por último, el punto “TPD-3”, se caracteriza por ser el punto con mayor tránsito total, evidenciando una dinámica vehicular de alta intensidad durante todo el día, sin diferencias marcadas entre el periodo hábil y no hábil, lo que indica que esta vía cumple una función estructural dentro de la red vial local, sirviendo tanto para transporte personal como logístico y comercial.

En términos de franja horaria, los picos de mayor demanda se concentran en las mañanas (6:00–9:00 a.m.) y en la tarde (3:00–6:00 p.m.), con presencia continua de tránsito durante el mediodía, lo que confirma un uso extensivo de las vías a lo largo del día. La presencia de vehículos de carga (C3-

4, C5 y >C5), buses y bicicletas refuerza la multifuncionalidad de las vías, combinando transporte de personal, productos agrícolas, maquinaria y movilidad local.

3.2.9.2 Receptores sensibles

Para el análisis de resultados de los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos y propagación de ruido, se emplea el listado de receptores sensibles, el cual incluye la georreferenciación de puntos con concurrencia de población local, tales como haciendas, caseríos, viviendas rurales dispersas e instituciones educativas. Esta información se obtiene a partir del levantamiento realizado en campo por el componente social.

Tabla 3-13 Listado de receptores sensibles componente atmósfera

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_1	4928035,53	2000747,56
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_2	4928790,13	2000497,28
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_3	4928917,92	2000433,78
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_4	4928881,01	2000453,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_5	4939606,90	1998053,93
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_6	4939797,40	1997954,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_7	4940007,08	1997818,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_8	4940947,68	1997379,25
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_9	4944814,51	1996546,75
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_10	4944831,97	1996638,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_11	4943933,77	1998795,66
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_12	4927085,95	1996795,53
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_13	4925529,22	1997569,16
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_14	4934349,18	1995839,21
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_15	4935768,02	1996589,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_16	4927215,52	1996704,32
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_17	4928104,59	1996643,26
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_18	4928147,45	1996514,68
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_19	4928132,37	1996499,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_20	4928045,06	1996399,58
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_21	4928306,20	1996211,46
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_22	4930690,37	1995561,64
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_23	4938930,28	1989071,27
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_24	4937691,26	1992310,99
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_25	4937635,04	1992205,16
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_26	4935570,68	1993418,24
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_27	4935572,00	1993391,79
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_28	4935517,76	1993407,66
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_29	4935579,28	1993409,64

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_30	4935108,11	1989225,38
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_31	4937889,46	1986495,38
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_32	4938368,88	1986911,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_33	4932168,37	1985838,00
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_34	4932464,29	1989748,18
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_35	4946753,93	1991497,17
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_36	4937716,33	1998929,25
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_37	4928179,25	1998452,65
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_38	4925840,47	1999049,85
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_39	4933482,94	1986293,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_40	4933476,99	1986347,74
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_41	4935115,01	1987330,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_42	4930381,27	2000074,85
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_43	4927483,65	1999007,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_44	4938110,79	1998716,96
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_45	4946499,16	1997333,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_46	4942662,77	1996605,36
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_47	4942742,25	1996474,22
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_48	4930580,51	1995586,94
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_49	4945450,19	1992734,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_50	4944047,63	1992565,01
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_51	4936738,57	1992395,28
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_52	4944377,02	1990188,01
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_53	4943312,20	1990547,84
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_54	4928063,50	1998809,39
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_55	4942595,69	1998956,42
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_56	4925926,81	1997587,16
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_57	4928239,72	1998947,12
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_58	4927893,44	1999143,24
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_59	4927911,96	1999168,71
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_60	4937609,29	1995847,86
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_61	4937589,78	1995878,28
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_62	4937656,59	1995950,71
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_63	4937820,45	1995105,69
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_64	4937864,77	1995112,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_65	4933387,15	1990730,55
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_66	4933761,75	1991162,64
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_67	4939205,99	1991599,98

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_68	4940348,25	1991536,24
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_69	4940407,09	1991614,13
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_70	4942420,42	1988400,85
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_71	4939372,68	1998321,29
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_72	4943978,46	1998011,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_73	4927495,46	1999429,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_74	4927403,40	1999237,17
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_75	4927453,01	1999190,86
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_76	4927454,00	1999103,55
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_77	4933336,79	1989141,12
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_78	4933074,85	1989286,31
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_79	4936932,11	1993071,93
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_80	4936916,90	1993118,24
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_81	4937144,10	1991318,56
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_82	4934517,57	1991085,07
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_83	4934513,87	1991049,09
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_84	4934595,36	1991026,07
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_85	4933261,32	1990580,65
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_86	4933276,54	1990577,67
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_87	4933308,62	1990652,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_88	4933375,42	1990609,42
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_89	4928492,58	2000761,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_90	4928341,53	2000893,52
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_91	4928313,23	2000922,52
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_92	4928266,00	2000886,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_93	4928183,36	2000934,50
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_94	4928173,29	2000963,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_95	4928047,44	2001021,54
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_96	4928083,52	2001013,95
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_97	4927335,93	2000205,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_98	4927303,33	2000175,96
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_99	4928582,15	2000568,95
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_100	4928626,29	2000537,77
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_101	4928550,36	2000605,06
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_102	4930361,88	1999988,10
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_103	4930636,46	1999895,25
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_104	4927081,30	1999337,20
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_105	4927108,36	1999346,48

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_106	4927084,46	1999407,13
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_107	4927454,15	1998879,88
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_108	4927661,95	1999040,43
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_109	4928383,79	1998135,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_110	4928097,74	1998457,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_111	4928063,99	1998659,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_112	4932336,56	1985872,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_113	4931698,61	1986164,32
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_114	4931679,69	1986142,58
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_115	4931268,48	1986454,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_116	4931345,65	1986786,66
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_117	4931315,17	1986787,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_118	4933296,31	1986686,06
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_119	4933419,44	1986941,38
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_120	4932340,07	1985104,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_121	4932323,17	1985144,37
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_122	4932257,00	1985280,14
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_123	4931709,28	1985347,72
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_124	4931599,39	1985379,46
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_125	4931587,14	1985395,68
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_126	4936891,89	1986386,15
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_127	4936874,21	1986386,78
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_128	4936894,10	1986435,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_129	4938074,52	1986307,37
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_130	4938341,05	1986164,41
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_131	4937401,36	1987804,55
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_132	4934262,95	1987685,18
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_133	4934286,79	1987680,47
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_134	4933959,42	1988386,47
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_135	4933866,63	1988486,33
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_136	4933072,66	1988489,99
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_137	4933126,36	1988541,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_138	4931476,93	1989691,47
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_139	4931375,99	1989711,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_140	4931572,12	1989674,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_141	4931589,36	1989663,82
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_142	4931652,59	1989654,84
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_143	4931674,14	1989655,55

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_144	4931668,03	1989642,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_145	4931686,71	1989648,37
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_146	4931711,14	1989647,29
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_147	4931658,69	1990089,84
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_148	4931575,36	1990095,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_149	4931506,75	1990104,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_150	4930356,80	1990158,37
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_151	4933548,51	1990674,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_152	4933469,58	1990631,51
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_153	4929663,97	1991891,41
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_154	4930324,49	1991805,09
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_155	4930221,89	1992089,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_156	4930252,47	1992069,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_157	4927798,05	1995577,40
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_158	4927749,78	1995597,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_159	4927883,09	1995627,72
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_160	4927878,31	1995670,01
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_161	4927898,85	1995957,15
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_162	4926598,51	1996017,67
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_163	4926576,44	1996162,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_164	4926578,73	1996661,60
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_165	4926912,77	1996614,93
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_166	4927073,01	1996619,76
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_167	4927095,53	1996644,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_168	4927773,95	1996418,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_169	4928010,28	1996625,97
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_170	4927999,48	1996634,24
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_171	4928027,29	1996616,77
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_172	4928032,58	1996611,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_173	4928046,14	1996602,29
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_174	4928379,69	1995831,74
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_175	4928407,42	1995831,74
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_176	4928432,00	1995851,62
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_177	4928461,04	1995849,00
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_178	4928454,50	1995879,87
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_179	4928425,73	1995884,58
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_180	4925853,11	1997612,22
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_181	4925795,56	1997640,28

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_182	4925766,55	1997601,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_183	4926604,17	1997175,94
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_184	4926599,98	1997283,70
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_185	4933848,29	1994199,56
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_186	4933850,64	1994191,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_187	4933865,81	1994204,79
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_188	4933848,29	1994224,41
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_189	4933937,27	1995256,75
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_190	4934370,49	1995430,85
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_191	4934617,61	1995382,78
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_192	4934711,70	1995400,69
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_193	4934762,37	1995410,59
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_194	4934798,37	1995412,88
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_195	4934803,13	1995455,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_196	4934795,70	1995433,26
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_197	4934794,75	1995486,21
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_198	4934785,22	1995486,97
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_199	4934773,42	1995492,87
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_200	4934756,08	1995484,11
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_201	4934736,08	1995483,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_202	4934735,70	1995475,16
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_203	4934731,51	1995465,26
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_204	4934695,70	1995474,02
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_205	4934753,61	1995468,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_206	4934798,56	1995469,07
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_207	4934896,96	1995411,69
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_208	4936152,59	1995068,13
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_209	4936155,07	1995082,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_210	4935728,11	1995175,34
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_211	4935743,96	1995162,06
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_212	4935748,10	1995157,30
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_213	4935788,69	1995137,80
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_214	4935190,04	1989139,97
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_215	4935184,84	1989121,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_216	4935541,98	1987808,93
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_217	4935429,51	1987923,57
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_218	4935446,20	1987943,51
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_219	4934912,22	1988160,44

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_220	4934928,91	1988146,13
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_221	4934934,98	1988182,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_222	4934912,22	1988188,61
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_223	4934880,15	1988196,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_224	4934869,31	1988217,87
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_225	4934855,66	1988213,53
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_226	4935831,87	1988425,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_227	4935740,64	1988458,52
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_228	4935701,68	1988484,91
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_229	4935685,41	1988542,11
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_230	4935694,53	1988701,15
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_231	4935501,96	1988567,01
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_232	4935481,25	1988590,19
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_233	4935677,76	1990052,09
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_234	4936310,92	1989886,10
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_235	4936369,60	1989706,49
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_236	4936659,56	1989699,48
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_237	4932001,16	1990395,90
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_238	4932006,91	1990368,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_239	4931893,59	1990413,14
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_240	4931863,27	1990416,97
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_241	4931864,87	1990431,33
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_242	4931872,53	1990443,14
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_243	4929249,09	1990381,86
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_244	4929161,00	1990438,03
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_245	4928925,11	1990483,68
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_246	4932149,69	1991739,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_247	4932132,10	1991748,53
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_248	4932113,38	1991750,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_249	4933523,18	1992132,67
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_250	4930824,69	1995636,14
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_251	4931812,92	1999865,07
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_252	4931732,49	1999858,69
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_253	4931215,49	1999912,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_254	4931195,13	1999927,18
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_255	4934261,05	1999607,29
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_256	4935169,78	1999480,31
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_257	4935374,61	1999552,21

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_258	4935665,51	1999323,42
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_259	4935738,51	1999328,50
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_260	4935713,81	1999299,45
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_261	4935789,35	1999214,47
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_262	4935863,07	1999310,34
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_263	4934472,58	1997951,78
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_264	4934417,69	1997947,91
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_265	4938093,32	1998790,72
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_266	4937041,70	1999095,15
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_267	4936935,07	1999363,92
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_268	4936937,27	1999289,96
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_269	4936675,41	1999124,67
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_270	4936636,98	1999199,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_271	4936590,70	1999244,91
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_272	4939448,66	1998136,05
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_273	4939432,53	1998151,39
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_274	4939438,09	1998164,08
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_275	4939420,10	1998168,58
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_276	4939402,91	1998183,39
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_277	4939429,89	1998190,00
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_278	4939378,05	1998384,90
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_279	4939235,25	1998127,32
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_280	4939433,85	1998479,57
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_281	4938863,66	1998538,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_282	4940828,65	1997457,50
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_283	4940822,89	1997534,67
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_284	4942725,15	1995933,07
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_285	4942151,33	1996572,83
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_286	4942647,73	1998822,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_287	4945016,16	1996362,73
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_288	4941367,11	1997678,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_289	4941240,48	1998318,23
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_290	4941188,13	1998363,56
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_291	4941122,70	1998385,90
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_292	4944149,56	1992619,01
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_293	4940848,99	1992397,09
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_294	4939264,99	1986242,15
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_295	4939155,99	1986297,24

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_296	4939165,05	1986308,63
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_297	4940804,52	1986636,61
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_298	4940811,83	1986648,80
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_299	4940861,55	1986598,11
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_300	4939519,42	1988482,43
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_301	4939508,00	1988477,86
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_302	4939453,16	1988451,97
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_303	4939241,05	1988416,17
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_304	4939029,70	1988645,04
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_305	4939008,75	1988620,29
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_306	4938875,09	1988646,94
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_307	4939006,09	1988812,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_308	4939019,83	1988854,98
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_309	4939035,03	1989249,00
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_310	4938944,02	1989132,47
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_311	4938853,38	1989203,31
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_312	4938883,85	1989376,96
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_313	4938904,03	1989393,33
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_314	4938384,99	1989340,40
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_315	4942631,96	1988486,86
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_316	4942626,60	1988520,09
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_317	4942590,69	1988575,82
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_318	4944169,74	1989894,02
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_319	4944173,27	1989905,33
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_320	4944152,31	1989898,26
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_321	4943643,15	1990558,36
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_322	4943634,26	1990543,89
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_323	4928828,99	1995295,31
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_324	4935781,66	1999715,61
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_325	4929635,09	1985895,90
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_326	4939936,80	1989605,57
Vivienda Rural Dispersa	RCPT_327	4932887,36	1989367,81
Buenos Aires	RCPT_328	4931389,36	1986303,17
Buenos Aires	RCPT_329	4932353,52	1985920,45
Buenos Aires	RCPT_330	4938466,72	1988995,22
Campamento Planta de Aceite Manuelita	RCPT_331	4939264,34	1998364,01
Canaima	RCPT_332	4944335,58	1997028,19
Casa Azul	RCPT_333	4935757,16	1990129,27

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Casa Doña Mariana	RCPT_334	4939155,69	1989399,60
Casa Victor Torres	RCPT_335	4938450,27	1986897,46
Coninduagro S.A	RCPT_336	4925731,14	1997671,10
Ecoserva ASA	RCPT_337	4934955,82	1988040,58
El Cacaotal	RCPT_338	4943968,36	1998516,62
El Corosal	RCPT_339	4927826,97	1999129,02
El Guadualito	RCPT_340	4934909,73	1995522,57
El Jardín	RCPT_341	4934029,41	1995125,02
El Jordan	RCPT_342	4931380,66	1990094,51
El Paraiso	RCPT_343	4937164,73	1991274,11
El Placer (Oficinas ECOPAL)	RCPT_344	4945587,49	1997362,99
El Porvenir	RCPT_345	4942309,68	1996999,47
El Prado	RCPT_346	4926447,67	1999338,40
El Regalo	RCPT_347	4944031,65	1997432,78
El Rodeo	RCPT_348	4938020,81	1998816,98
Escuela Quebraditas	RCPT_349	4943903,65	1995524,16
Festival	RCPT_350	4939495,14	1988468,25
Finca Casapiedra	RCPT_351	4935675,79	1988635,31
Finca Castiblanco	RCPT_352	4929487,86	1991924,96
Finca Dasanin	RCPT_353	4928301,99	2000929,75
Finca Don Manuel	RCPT_354	4933308,34	1989118,30
Finca El Agrado	RCPT_355	4926806,07	1995954,34
Finca El Balmoral	RCPT_356	4939227,40	1986258,05
Finca El Botalón	RCPT_357	4934484,13	1989161,87
Finca El Cimarrón	RCPT_358	4944196,32	1995673,20
Finca El Recuerdo	RCPT_359	4926565,86	1996168,02
Finca El recuerdo	RCPT_360	4931480,40	1986851,37
Finca La Armenia	RCPT_361	4939835,49	1998029,94
Finca La Carolina	RCPT_362	4931272,35	1999904,44
Finca La Daniela	RCPT_363	4932857,25	1989414,79
Finca La Esperanza	RCPT_364	4939284,54	1998267,23
Finca La Esperanza	RCPT_365	4931803,79	1988929,23
Finca La Herencia	RCPT_366	4933544,54	1989015,44
Finca La Juliana	RCPT_367	4938311,08	1986879,50
Finca La Luisa	RCPT_368	4928376,64	1998947,12
Finca La Miryam	RCPT_369	4939677,68	1998115,16
Finca La Palmita	RCPT_370	4937358,81	1999034,67
Finca La Ponderosa	RCPT_371	4942179,59	1996587,90

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
Finca La Quebradita	RCPT_372	4942816,47	1996123,14
Finca La Unión	RCPT_373	4938891,85	1998536,44
Finca La Unión	RCPT_374	4933524,34	1990870,47
Finca Las Brisas	RCPT_375	4939361,83	1998283,46
Finca Las Garzas	RCPT_376	4933281,69	1990780,24
Finca Las Tominejas	RCPT_377	4927777,40	1996459,07
Finca Los Briceño	RCPT_378	4938609,66	1988969,11
Finca Los Corrales	RCPT_379	4933492,41	1991054,82
Finca Los Robles	RCPT_380	4926580,68	1996922,78
Finca Oscar Torres	RCPT_381	4938834,72	1989183,50
Finca Sabucan	RCPT_382	4932877,25	1990157,24
Hacienca Casa Blanca	RCPT_383	4936247,80	1989952,29
Hacienda Altamira	RCPT_384	4942495,01	1998679,48
Hacienda Casa Blanca	RCPT_385	4936568,11	1989827,94
Hacienda El Diamante	RCPT_386	4933428,39	1992083,28
Hacienda Jarama	RCPT_387	4933966,61	1999662,98
Hacienda La Loma	RCPT_388	4935375,41	1999455,44
Hacienda Los Kioscos	RCPT_389	4937844,92	1995048,80
Hacienda Maringa	RCPT_390	4934347,06	1996042,41
Hacienda Palmaniña	RCPT_391	4928074,29	2001028,33
Hacienda Perú	RCPT_392	4930342,91	2000012,00
Hacienda Sabucan	RCPT_393	4933890,45	1988381,08
Hacienda Sajonia	RCPT_394	4942873,85	1996027,00
Hacienda Tamara	RCPT_395	4927813,76	1995920,81
Hacienda Villa Luz	RCPT_396	4926767,76	1996343,92
Hacienda Villa María	RCPT_397	4929322,83	1990439,95
Institución Educativa	RCPT_398	4936094,02	1999268,73
Institución educativa La Primavera	RCPT_399	4931462,92	1986827,07
Institución educativa La Unión	RCPT_400	4932852,70	1989392,14
Institución educativa San Cayetano - sede Teresita	RCPT_401	4928568,78	2000662,24
Institución educativa sede Manuela Beltrán	RCPT_402	4937125,01	1987804,91
Isanalau	RCPT_403	4923818,40	1997900,13
José Valerrama	RCPT_404	4938238,68	1986166,92
Kiosco comunal	RCPT_405	4934420,48	1995193,42
La Albania	RCPT_406	4933999,80	1995221,19
La Alborada	RCPT_407	4928267,92	1996265,62
La Bavaria	RCPT_408	4935735,42	1995170,34
La Esperanza	RCPT_409	4934956,92	1987214,54

Nombre Común	ID Componente Atmósfera	Coordenadas Planas Magna Sirga Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
La Esperanza	RCPT_410	4927669,57	1999104,90
La Esperanza	RCPT_411	4930596,75	1999905,53
La Florida	RCPT_412	4931314,87	1986506,95
La Guadalupe	RCPT_413	4938278,89	1986152,92
La Maternidad	RCPT_414	4925366,77	1997569,69
La Primavera	RCPT_415	4934312,05	1995421,45
La Uvita	RCPT_416	4939091,54	1988383,47
La Voragine	RCPT_417	4932050,83	1991752,47
Las Brisas	RCPT_418	4925959,51	1999062,95
Las Camelias	RCPT_419	4939244,03	1989311,57
Las Delicias	RCPT_420	4928889,38	1998888,07
Las Gaviotas	RCPT_421	4945526,90	1995179,37
Los Angeles	RCPT_422	4934826,02	1995460,26
Los Naranjos	RCPT_423	4928422,16	1998145,91
Maipore	RCPT_424	4931958,71	1990356,96
Predio Potreritos	RCPT_425	4944031,18	1997966,19
Puerto Antioquia	RCPT_426	4931786,93	1989613,89
San José	RCPT_427	4930206,60	1985837,42
Tienda Silverio	RCPT_428	4935799,82	1988462,47
Villa Daniela - La Flor	RCPT_429	4934247,06	1995415,32
Villa Daniela Casa 1	RCPT_430	4937364,00	1987834,37
Villa Elcy	RCPT_431	4938043,02	1986261,89
Villa Fernanda	RCPT_432	4927947,31	1996707,39
Villa Patricia	RCPT_433	4931324,27	1989764,39

Fuente: SGI SAS 2025

3.2.9.3 Información meteorológica

La información meteorológica para la caracterización del área de influencia se encuentra en el capítulo 3.2.9.1 Clima

3.2.9.2 Calidad del aire

De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia para proyectos de explotación de hidrocarburos HI-TER-1-03, así como en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales ANLA 2018 (MGEPEA, 2018), el monitoreo de la calidad del aire debe realizarse como parte de la caracterización del área de influencia del proyecto. En cumplimiento de lo anterior, se llevó a cabo una campaña de monitoreo entre el 31 de enero y el 17 de febrero de 2025, durante la temporada de bajas precipitaciones, mediante un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire Industrial (SVCAI) conformado por tres estaciones.

Las mediciones fueron realizadas por la empresa Servicios Geológicos Integrados S.A.S. – SGI S.A.S., entidad acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –

IDEAM, en el marco de la Resolución N.º 1209 del 14 de noviembre de 2024. Esta acreditación fue modificada mediante la Resolución N.º 0083 del 29 de enero de 2025 y ampliada mediante la Resolución N.º 0145 del 17 de febrero de 2025, incorporando nuevos parámetros y métodos acreditados. Esto garantiza la validez y trazabilidad de los procedimientos aplicados.

La campaña permitió caracterizar el área de estudio a través del muestreo y posterior análisis de los contaminantes $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, O_3, benceno y tolueno. Los resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, y se encuentran detallados en el **Anexos/5. Anexo Abiótico/5.8 Atmosfera/ 5.8.2 Calidad del aire.**

Las tres (3) estaciones de calidad del aire se ubicaron teniendo en cuenta los siguientes criterios y prioridades, tomados de los numerales 6.3 y 6.4 del Manual de Diseño del Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo de la Calidad del Aire Resolución 2154 de 2010 y el Código de Federal de Regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (CFR 40) Parte 58, donde se establecen criterios de representatividad para la localización de los sitios de muestreo:

3.2.9.2.1.1 Macro localización

Como criterios de macro localización para las estaciones de monitoreo ubicadas se tuvieron en cuenta los siguientes:

- ✓ Meteorología del área de estudio
- ✓ Ubicación de las fuentes de emisión existentes en el área
- ✓ Ubicación de receptores sensibles
- ✓ Elementos logísticos para la instalación de las estaciones

3.2.9.2.1.2 Micro localización

- ✓ Altura de la toma de muestra sobre el piso.
- ✓ Distancia al árbol más cercano >20m de la circunferencia que marca el follaje o las raíces, y por lo menos 10 m si los árboles actúan como un obstáculo.
- ✓ La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos el doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador. Se recomienda un radio libre de 10m.
- ✓ Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270º alrededor de la toma de muestra y/o un ángulo de 120º libre por encima del equipo.
- ✓ No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. Se recomienda 20m de distancia del sitio de muestreo.
- ✓ La distancia a las carreteras /caminos deberá ser de mínimo de 10 metros del borde de la línea de tráfico más cercana.
- ✓ La ubicación de éstas dependerá de la rosa de vientos, vientos en dirección a los sitios escogidos.
- ✓ El sitio de vigilancia debe garantizar condiciones adecuadas de seguridad para los equipos, los operadores y el público en general. En caso de no ser posible implementar medidas convencionales de protección (iluminación, cerramientos, entre otras), se deberá seleccionar un sitio alternativo cercano que permita cumplir los objetivos del monitoreo sin comprometer la seguridad. Asimismo, se debe considerar que la infraestructura instalada, como torres meteorológicas y sensores, no represente riesgos para las personas en el entorno de la estación.

En la **Tabla 3-14** y **Figura 3-12** se presenta la descripción y localización de las estaciones de monitoreo de calidad del aire distribuidas en el área de estudio.

Tabla 3-14 Descripción de los puntos de monitoreo de calidad del aire

NOMBRE ESTACIÓN	ID PUNTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
		ESTE	NORTE		
CA_1: Estación de fondo	CA_1	4930252,25	1993232,01	La estación CA_1 fue instalada en un entorno rural de fondo, en la vereda Santa Rosa (Acacías, Meta), a 201 msnm y a vientos arriba del proyecto. Operó durante 18 días en temporada seca, sin eventos de precipitación, registrando condiciones atmosféricas estables, con cielos despejados, alta radiación solar y vientos moderados a fuertes. Se monitorearon los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2, CO, O_3, benceno y tolueno, utilizando equipos certificados (Grimm, Rack de gases, Horiba, y bomba de muestreo para COVs). La toma de muestras se realizó a 4 m de altura, cumpliendo con criterios técnicos de ubicación, distancia a fuentes de contaminación y ausencia de obstáculos cercanos. El entorno inmediato corresponde a un cultivo de palma operado por Palmeras del Llano S.A., con presencia de actividades agroindustriales y ganaderas, sin viviendas cercanas. La estación se clasifica como rural – indicativa – fondo, y cumple con los requisitos establecidos para garantizar la validez del monitoreo de calidad del aire.	 **Fotografía 3-29 CA_1: Estación de fondo**

NOMBRE ESTACIÓN	ID PUNTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
		ESTE	NORTE		
CA_2: Estación de tráfico	CA_2	4937189,60	1987709,86	La estación CA_2 fue instalada en un entorno rural influenciado por tráfico vehicular, en la vereda La Primavera (Acacías, Meta), a 200 msnm. Operó durante 18 días consecutivos en temporada seca, sin registro de lluvias, bajo condiciones atmosféricas de alta radiación solar, baja nubosidad y vientos moderados a fuertes. El monitoreo incluyó los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2, CO, O_3, benceno y tolueno, mediante equipos certificados como el Grimm EDM 180C, Rack de gases, Horiba y una bomba de muestreo para COVs. Las muestras se tomaron a una altura de 4 m, cumpliendo con estándares técnicos de representatividad. Esta estación se clasifica como rural – indicativa – tráfico, y presenta influencia por tráfico vehicular constante proveniente de dos vías pavimentadas ubicadas a 15 m y 110 m. El entorno inmediato incluye áreas agropecuarias activas (finca Corocora), la presencia institucional de la Escuela Patio Bonito, y elementos naturales como esteros, vegetación dispersa y fauna silvestre. Las condiciones del sitio fueron adecuadas en términos de seguridad, suministro eléctrico y estabilidad, sin fuentes puntuales de contaminación cercanas, lo que permitió obtener datos representativos para la caracterización de la calidad del aire bajo influencia mixta rural–vehicular.	 **Fotografía 3-30 CA_2: Estación de tráfico**

NOMBRE ESTACIÓN	ID PUNTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
		ESTE	NORTE		
CA_3: Estación vientos abajo	CA_3	4943502,96	1995438,69	La estación CA_3, clasificada como rural – indicativa –vientos abajo, fue instalada en la vereda Dinamarca (área de influencia de Quebraditas, Acacías, Meta), a 199 msnm. El monitoreo se realizó durante 18 días consecutivos en temporada seca, sin lluvias y bajo condiciones de alta radiación solar, cielos despejados y vientos moderados a fuertes. Se midieron los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2, CO, O_3, benceno y tolueno, mediante equipos acreditados (Grimm EDM 180C, Rack de gases, Horiba y bomba de muestreo para COVs), con la toma de muestras a 4 m de altura, cumpliendo criterios técnicos de representatividad. El sitio de instalación se encuentra en un área agropecuaria activa, sin viviendas ni infraestructura institucional cercana. Se identificó tránsito constante de vehículos en dos vías destapadas ubicadas a 15 m (norte) y 30 m (este), que conectan con la vereda Quebraditas. Durante el monitoreo se registraron actividades ganaderas extensivas, en coexistencia con elementos naturales como esteros, vegetación arbórea dispersa y fauna silvestre. Las condiciones estructurales y ambientales del punto fueron adecuadas, lo que garantiza la calidad y representatividad de los datos obtenidos para la caracterización de calidad del aire en el sector vientos abajo del área de influencia del proyecto.	 **Fotografía 3-31 CA_3: Estación vientos abajo**

Fuente: SGI SAS 2025

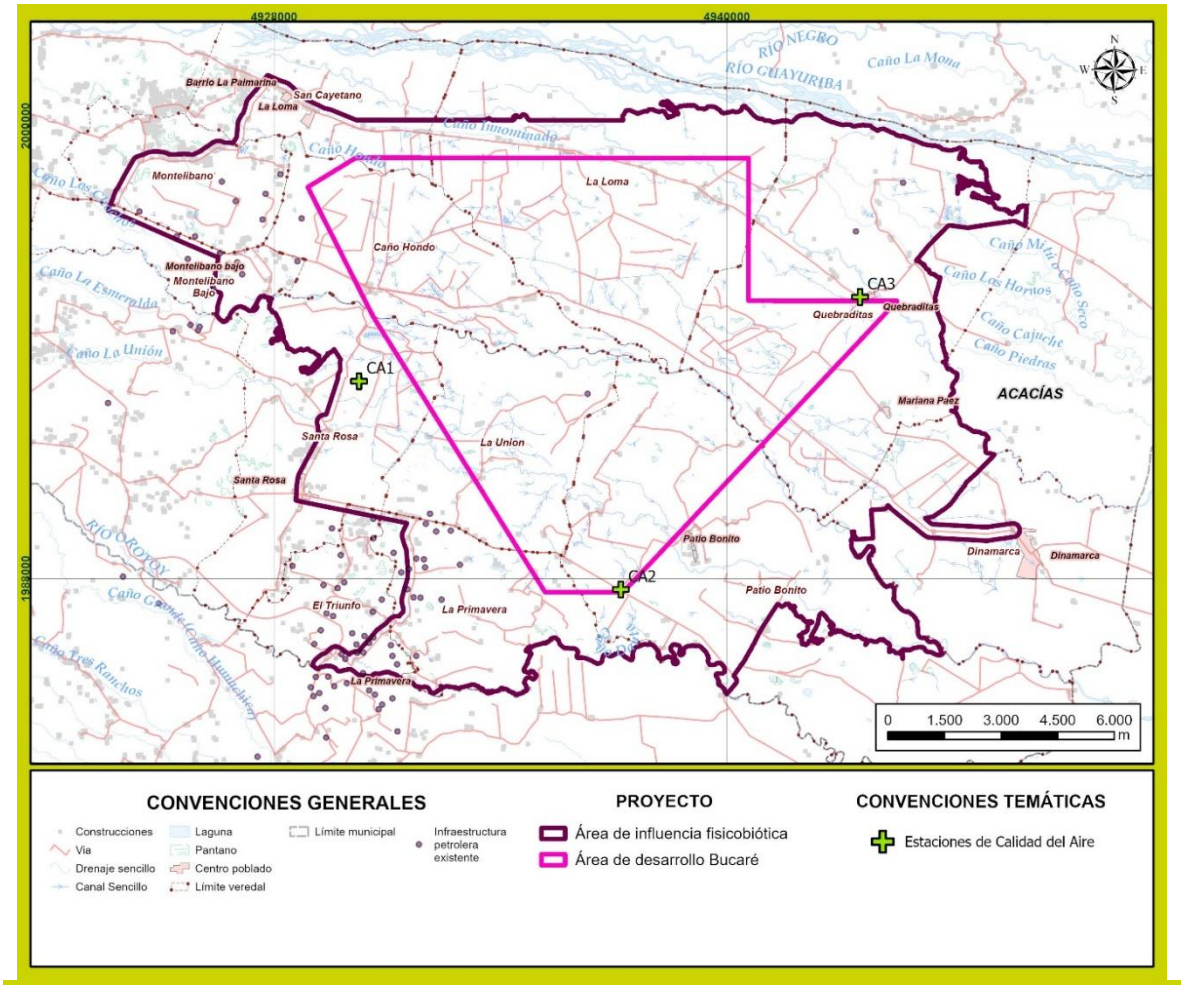


Figura 3-12 Localización estaciones de monitoreo de calidad del aire
Fuente: SGI SAS., 2025

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las mediciones de calidad del aire realizadas en las tres (3) estaciones de monitoreo ambiental en consideración para los contaminantes criterio: Partículas Menores a Diez Micras (PM10), Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5), Dióxido de Azufre (SO2), Dióxido de Nitrógeno (NO2), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O3), y para los contaminantes tóxicos, Benceno y Tolueno.

Los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en el monitoreo se pueden observar en detalle en el **Anexo/5. Anexo Abiótico/5.8 Atmosfera/ 5.8.2 Calidad del aire.**

3.2.9.2.1.3 Material Particulado (PM10 y PM2.5)

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de niveles de inmisión diario, el cual se determinó con base en las concentraciones obtenidas a partir de dieciocho (18) muestras colectadas entre el 31 de enero y el 17 de febrero de 2025, igualmente se presenta el nivel de inmisión máximo diario detectado durante dicho periodo. Estos valores se presentan en términos de niveles de inmisión a condiciones de referencia ($\mu g/m^3$ std) para el contaminante criterio Partículas Menores a Diez Micras (PM_{10}).

En las **Tabla 3-15** y **Tabla 3-16** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ medidos durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas diarias registradas de PM_{10} fueron 19,1 µg/m³ y 16,2 µg/m³, respectivamente y para $PM_{2.5}$ fueron 9,13 µg/m³ y 7,75 µg/m³, respectivamente.

Las desviaciones estándar diarias fueron bajas en todas las estaciones, sin superar los 0,3 µg/m³ en, ambos parámetros, lo que indica una variabilidad mínima entre jornadas. Este comportamiento sugiere que no se presentaron eventos puntuales significativos ni alteraciones abruptas en las condiciones de emisión o dispersión de contaminantes durante el periodo de monitoreo.

En conjunto, las concentraciones registradas muestran una calidad del aire favorable y estable en el área de estudio, con niveles de material particulado consistentes entre estaciones. Esta homogeneidad permite inferir que, durante el periodo evaluado, las condiciones atmosféricas y las fuentes locales no generaron impactos relevantes sobre la carga ambiental de PM_{10}.

Tabla 3-15 Consolidado de estadísticos para material particulado PM10[18]

Estación	Unidad	CA_1		CA_2		CA_3	
		PM10 (D)	PM10 (H)	PM10 (D)	PM10 (H)	PM10 (D)	PM10 (H)
No Muest.	Ud	18	431	18	431	18	431
Promedio	ug/m³	16,6	16,6	19	19	17	17
Des. est.	ug/m³	0,18	0,84	0,092	0,58	0,25	1,12
Mediana	ug/m³	16,6	16,6	19	19	17	17
Min.	ug/m³	16,2	15	18,8	18	16,6	15
Max.	ug/m³	16,8	18	19,1	20	17,6	19
Error Est.	ug/m³	0,044	0,041	0,022	0,029	0,06	0,055
No Dt. Válidos	Ud	17	415	17	415	17	415
Repres.	%	94	96	94	96	94	96

Fuente: SGI SAS 2025

Tabla 3-16 Consolidado de estadísticos para material particulado PM2.5[19]

Estación	Unidad	Unidad	CA_1		CA_2		CA_3	
			PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)
No Muest.	Ud	Ud	18	431	18	431	18	431
Promedio	ug/m³	ug/m³	9	9	8	8	8,17	8,17
Des. est.	ug/m³	ug/m³	0,082	0,58	0,11	0,58	0,22	0,98
Mediana	ug/m³	ug/m³	9,01	9,01	8,02	7,98	8,2	8,16
Min.	ug/m³	ug/m³	8,86	8,01	7,75	7	7,78	6,45
Max.	ug/m³	ug/m³	9,13	10	8,16	9	8,55	9,84
Error Est.	ug/m³	ug/m³	0,02	0,028	0,027	0,028	0,052	0,048
No Dt. Válidos	Ud		17	415	17	415	17	415

[18] Nota: PM10 (D): Concentraciones de PM_{10} diarias/PM10 (H): Concentraciones de PM_{10} horarias

[19] Nota: PM2.5 (D): Concentraciones de $PM_{2.5}$ diarias/ PM2.5 (H): Concentraciones de $PM_{2.5}$ horarias

Estación	Unidad	Unidad	CA_1		CA_2		CA_3	
			PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)
Repres.	%		94	96	94	96	94	96

Fuente: SGI SAS 2025

La **Figura 3-13** presenta la concentración promedio para el periodo de análisis. Para PM_{10} la estación que presentó la máxima concentración fue CA_2 - Estación de tráfico con 19 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 50 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Para $PM_{2.5}$ la estación que presentó la máxima concentración fue CA_1 - Estación de fondo con 9 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 25 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

En este sentido, los valores promedio registrados se encuentran considerablemente por debajo de dichos umbrales. Esto evidencia un cumplimiento en ambos casos con los límites de referencia definidos por la Resolución 2254 de 2017, lo cual sugiere que, bajo las condiciones actuales de emisión y meteorología, no se advierten riesgos.

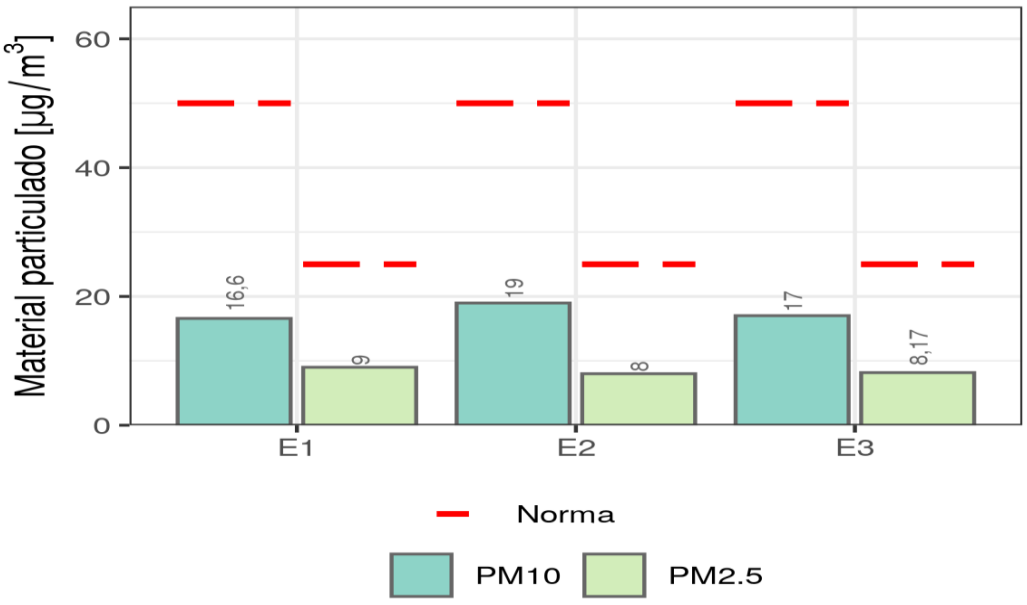


Figura 3-13 Concentraciones promedio de material particulado para el periodo de monitoreo en el área de estudio
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-14** se presenta la distribución horaria de las concentraciones de material particulado. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Complementando esta información, se evidencia que en ninguno de los días monitoreados se alcanzaron niveles que comprometan los valores normativos establecidos para PM_{10} (75 µg/m³) y $PM_{2.5}$ (37 µg/m³). Las concentraciones horarias, presentan una distribución estrecha y consistente, sin valores atípicos significativos ni registros extremos que sugieran eventos esporádicos de alta emisión.

En la **Figura 3-15** se presenta el ciclo diario de las concentraciones de material particulado para cada una de las estaciones. Esta revela un comportamiento regular a lo largo del día, con leves oscilaciones, pero sin evidenciar picos horarios críticos o variabilidad significativa entre estaciones.

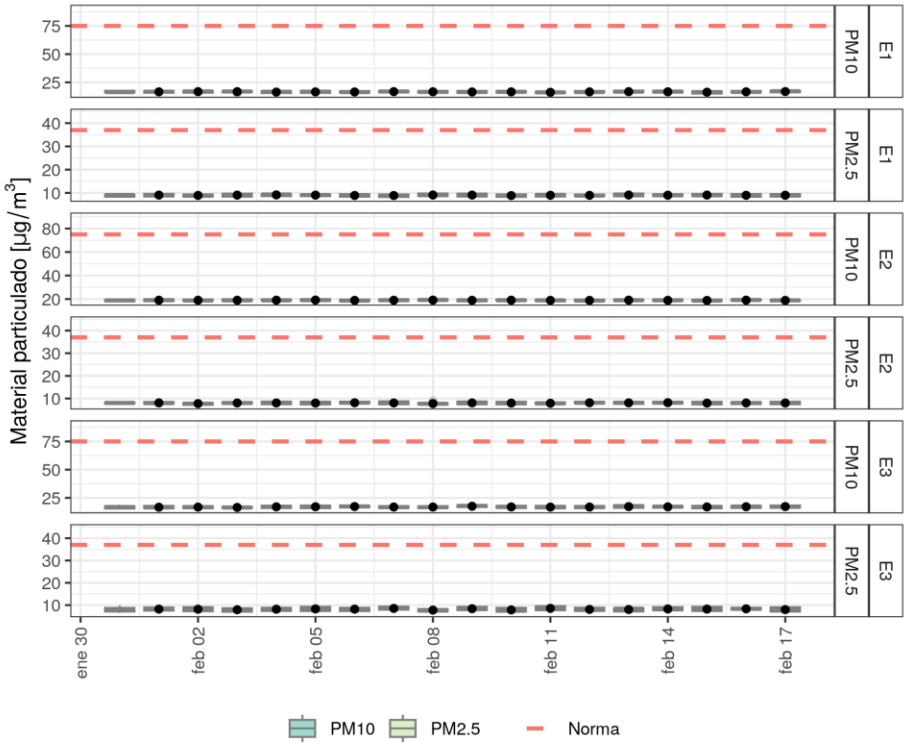


Figura 3-14 Concentraciones horarias por día de material particulado
Fuente: SGI SAS, 2025

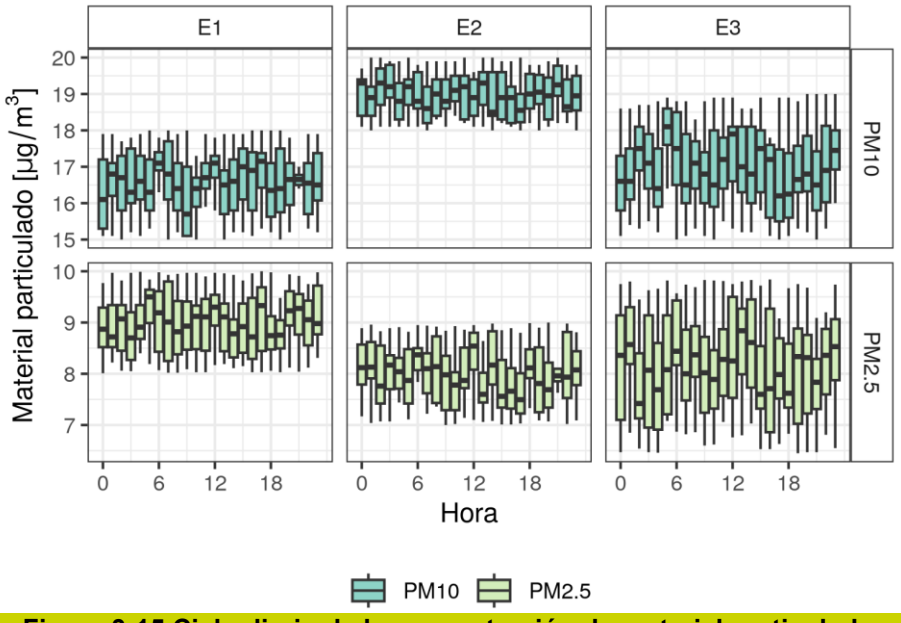


Figura 3-15 Ciclo diario de la concentración de material particulado
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.4 Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

En la **Tabla 3-17** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de dióxido de nitrógeno medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas horarias registradas de NO2 fueron 45 µg/m3 y 32 µg/m3, respectivamente. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de NO2max (máxima concentración horaria del día) fueron 45 µg/m3 y 40,9 µg/m3, respectivamente.

Los promedios horarios registrados fueron de 38,0 µg/m³ (CA_1), 38,7 µg/m³ (CA_2) y 38,8 µg/m³ (CA_3), con diferencias mínimas entre estaciones. Este comportamiento uniforme también se refleja en las medianas y en la baja dispersión observada en los datos, con desviaciones estándar inferiores a 4 µg/m³ en todos los casos. Lo anterior sugiere que las concentraciones de dióxido de nitrógeno fueron relativamente estables durante el periodo monitoreado, sin evidencia de eventos puntuales o variabilidad marcada entre horas. En cuanto al análisis de los valores máximos diarios (NO_2_max), se observa una tendencia similar: CA_2 presentó el promedio más alto (44,6 µg/m³), pero las diferencias son menores a 3 µg/m³ entre estaciones. Además, las desviaciones estándar asociadas a estos máximos diarios son bajas, lo que indica que los picos registrados se mantuvieron dentro de un rango estrecho, sin episodios críticos
.
En conjunto, los resultados reflejan un comportamiento homogéneo del contaminante entre las tres estaciones, posiblemente asociado a condiciones atmosféricas estables o similares y a la influencia de fuentes comunes en el entorno.

Tabla 3-17 Consolidado de estadísticos para dióxido de nitrógeno[20]

Estación	Unidad	CA_1		CA_2		CA_3	
		NO2 (H)	NO2_max (D)	NO2 (H)	NO2_max (D)	NO2 (H)	NO2_max (D)
No Muest.	Ud	431	18	431	18	431	18
Promedio	ug/m^3	38	41,9	38,7	44,6	38,8	43,6
Des. est.	ug/m^3	2,42	0,39	3,77	0,47	2,74	0,27
Mediana	ug/m^3	38	42	38,4	44,7	38,4	43,5
Min.	ug/m^3	33,8	40,9	32	42,9	34,4	43
Max.	ug/m^3	42,3	42,3	45	45	44	44
Error Est.	ug/m^3	0,12	0,092	0,18	0,11	0,13	0,064
No Dt. Válidos	Ud	431	18	431	18	431	18
Repres.	%	100	100	100	100	100	100

Fuente: SGI SAS 2025

La **Figura 3-16** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo. La estación que presentó la máxima concentración fue CA_3 - Estación vientos abajo con 38,8 µg/m3, valor que es inferior a la norma anual de 60 µg/m3 (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Este análisis permite anticipar tendencias generales sobre la exposición a este contaminante en la zona evaluada.

[20] *Nota: NO_2 (H):* Concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno. / NO_2_max (D): Concentración máxima horaria diaria de dióxido de nitrógeno

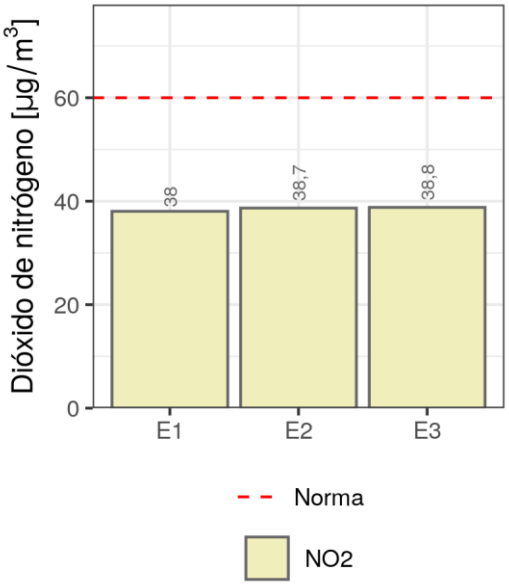


Figura 3-16 Concentraciones promedio de NO2 para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

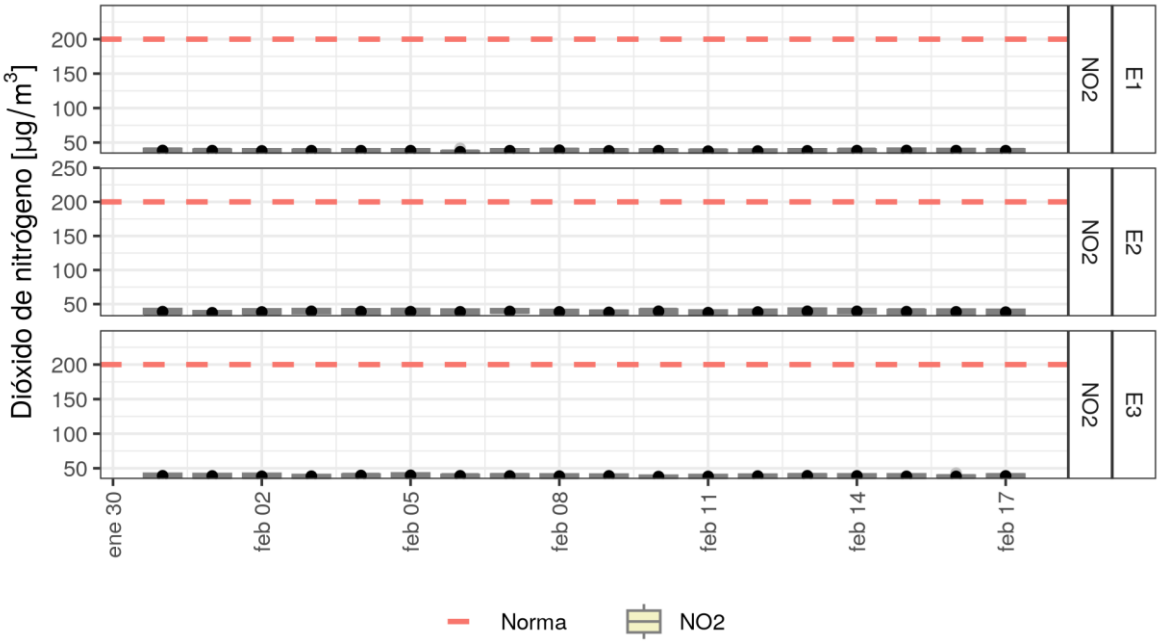


Figura 3-17 Concentraciones horarias por día de NO2
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-17** presenta la distribución horaria de las concentraciones para cada una de las estaciones y variables. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Esta visualización permite comparar los promedios horarios diarios con el límite normativo horario de 200 µg/m³ establecido en la Resolución 2254 de 2017. En todas las estaciones se observa que los valores registrados se mantienen ampliamente por debajo de este umbral, indicando un cumplimiento generalizado durante el periodo evaluado.

Por su parte, en la **Figura 3-18** se presenta la distribución horaria de las concentraciones. Este análisis, representado mediante diagramas de caja por hora del día, permite observar la variación horaria del NO_2. En la estación CA_2 se observa una tendencia leve al incremento de las concentraciones en horas de la mañana, particularmente entre las 6:00 y las 12:00, lo que podría estar relacionado con condiciones de inversión térmica o con actividades locales de mayor intensidad en esa franja horaria. En las estaciones CA_1 y CA_3, el comportamiento es más uniforme, con medianas estables a lo largo del día y sin fluctuaciones horarias marcadas. En general, la dispersión es moderada y no se identifican valores atípicos relevantes.

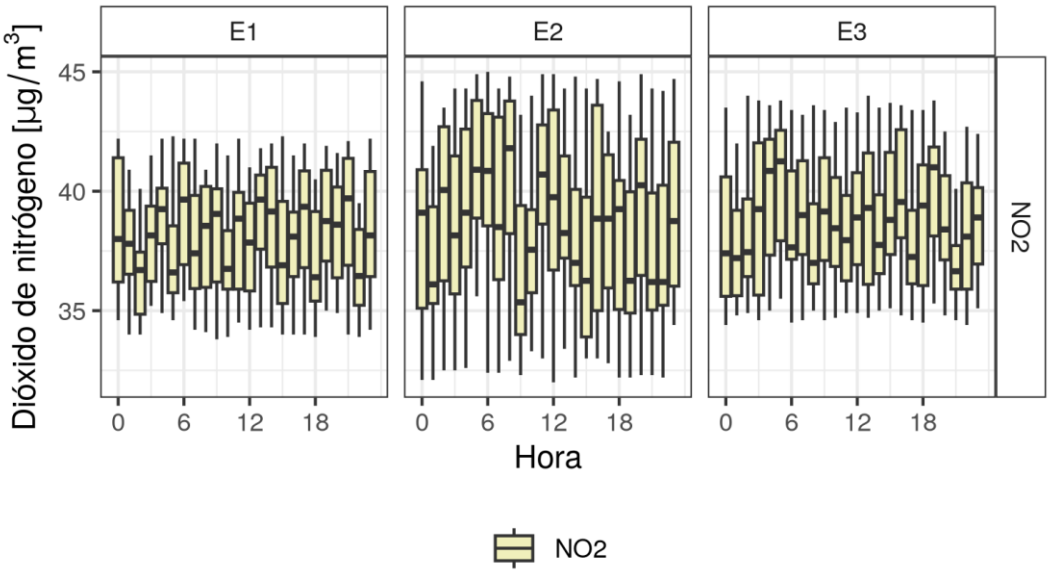


Figura 3-18 Ciclo diario de la concentración de dióxido de nitrógeno
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.5 Dióxido de Azufre (SO_2)

En la **Tabla 3-18** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del dióxido de azufre medidos durante el periodo. Las concentraciones diarias máximas y mínimas registradas de SO2 fueron 19,5 µg/m3 y 18 µg/m3, respectivamente.

Dado que este contaminante fue evaluado mediante un método de muestreo manual, los resultados del laboratorio se expresaron en unidades de masa (µg SO_2), con valores por debajo del límite de cuantificación inferior del método (5 µg). Para su análisis frente a los valores normativos —establecidos en unidades volumétricas (µg/m³)— fue necesario realizar una conversión utilizando el volumen real de aire muestreado, registrado en las cadenas de custodia. Este volumen varió entre 0,26 y 0,28 m³, generando valores convertidos de concentración en el rango anteriormente descrito.

Si bien estos resultados no representan concentraciones exactas debido a su proximidad con el límite de cuantificación, permiten realizar una estimación coherente y trazable, útil para el análisis ambiental. La ligera variación observada entre estaciones no está asociada a diferencias reales en la presencia del contaminante, sino a los volúmenes de aire muestreado y al método de cálculo aplicado. Esta condición debe ser considerada al interpretar los resultados. En conjunto, los datos sugieren niveles bajos y estables de dióxido de azufre en el área evaluada, sin indicios de influencia significativa por fuentes locales de emisión de este tipo de contaminante.

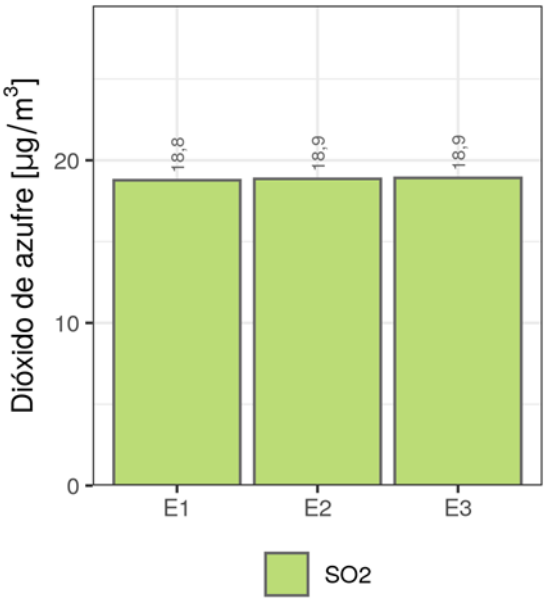
Tabla 3-18 Consolidado de estadísticos para dióxido de azufre[21]

Estación	Unidad	CA_1	CA_2	CA_3
		SO2 (D)	SO2 (D)	SO2 (D)
No Muest.	Ud	18	18	18
Promedio	ug/m^3	18,8	18,9	18,9
Des. est.	ug/m^3	0,36	0,37	0,41
Mediana	ug/m^3	18,7	18,8	18,9
Min.	ug/m^3	18	18,2	18,3
Max.	ug/m^3	19,3	19,4	19,5
Error Est.	ug/m^3	0,084	0,087	0,096
No Dt. Válidos	Ud	18	18	18
Repres.	%	100	100	100

Fuente: SGI SAS 2025

La **Figura 3-19** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue CA_3 - Estación vientos abajo con 18,9 µg/m3, valor que es inferior a la norma de 50 µg/m3. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos). En la Figura 30 se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

Estas comparaciones se realizan con base en el límite establecido para el dióxido de azufre en registros de 24 horas, según la Resolución 2254 de 2017, aplicable a métodos manuales o discontinuos como el utilizado en este caso. El cumplimiento observado en todas las estaciones confirma niveles ambientales bajos y estables del contaminante, sin presencia de excedencias o patrones que sugieran episodios críticos.



[21] *Nota SO_2 (D): Concentración diaria de dióxido de azufre.*

Figura 3-19 Concentración promedio de SO2 para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

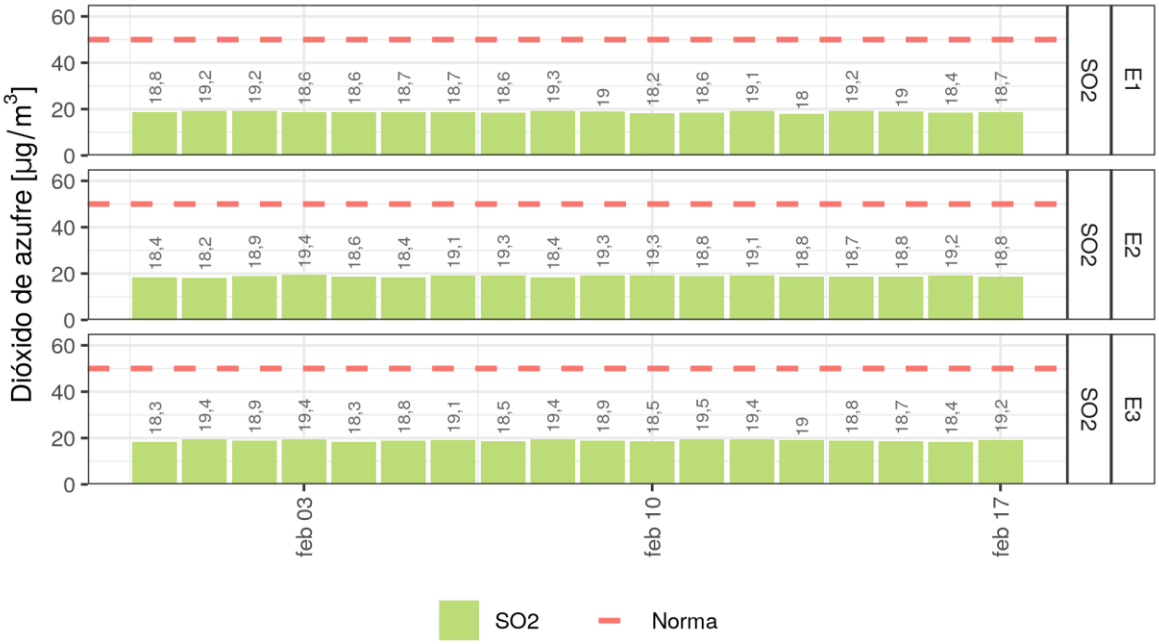


Figura 3-20 Concentraciones diarias de dióxido de azufre
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.6 Monóxido de Carbono

En la **Tabla 3-19** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de monóxido de carbono medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de CO fueron 744 µg/m3 y 366 µg/m3, respectivamente. Adicional, se muestran los parámetros estadísticos de la media móvil, y de la concentración máxima diaria calculada a partir de la media móvil.

En este caso, se emplean tres métricas: CO (H), correspondiente a las concentraciones horarias promedio; CO_mm (H), que refleja la evolución del contaminante mediante promedios móviles de ocho horas; y CO_mm_max (D), que representa el valor más alto del promedio móvil diario. Esta estructura permite caracterizar integralmente tanto la exposición continua como los eventos máximos registrados durante el monitoreo.

Los resultados muestran que la estación CA_1 presentó las concentraciones promedio más altas de monóxido de carbono (CO) en todas las métricas evaluadas: 639 µg/m³ para CO (H) y CO_mm (H), y 674 µg/m³ para CO_mm_max (D). Estas cifras reflejan una carga sostenida del contaminante en esta estación, lo cual podría estar asociado a una mayor cercanía a fuentes emisoras directas o a condiciones locales menos favorables para la dispersión atmosférica. Por su parte, la estación CA_2 registró los valores promedio más bajos en las tres métricas, con una media horaria de 472 µg/m³, lo que sugiere una menor presión por emisiones de CO en su entorno.

En conjunto, estas diferencias entre estaciones podrían deberse a variaciones en la proximidad y tipo de fuentes emisoras (como tránsito vehicular, o actividades de combustión abierta), así como a factores meteorológicos locales que influyen en la acumulación o dispersión del contaminante. El análisis integral de las métricas horarias y móviles permite caracterizar tanto la exposición continua como los eventos de mayor intensidad registrados durante el periodo de monitoreo.

Tabla 3-19 Consolidado de estadísticos para monóxido de carbono[22]

Estación	Unidad	CA_1			CA_2			CA_3		
		CO (H)	CO_mm (H)	CO_mm_max (D)	CO (H)	CO_mm (H)	CO_mm_max (D)	CO (H)	CO_mm (H)	CO_mm_max (D)
No Muest.	Ud	431	431	18	431	431	18	431	431	18
Promedio	ug/m^3	639	639	674	472	472	499	596	596	619
Des. est.	ug/m^3	66,3	23,6	20,1	56,8	19,6	12,5	46,1	14,9	8,8
Mediana	ug/m^3	653	638	678	469	471	499	595	597	619
Min.	ug/m^3	515	577	644	366	418	475	515	557	598
Max.	ug/m^3	744	706	706	572	524	524	676	635	635
Error Est.	ug/m^3	3,22	1,16	4,73	2,74	0,95	2,94	2,22	0,72	2,07
No Dt. Válidos	Ud	425	414	18	431	426	18	431	426	18
Repres.	%	99	96	100	100	99	100	100	99	100

Fuente: SGI SAS 2025

[22] *Nota CO (H): Concentración horaria de monóxido de carbono.*
CO_mm (H): Concentración horaria de monóxido de carbono calculada mediante promedio móvil.
CO_mm_max (D): Concentración máxima diaria de la media móvil horario de monóxido de carbono.

En la **Figura 3-21** se presenta la distribución horaria de los datos por día para cada una de las estaciones y variables. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Esta visualización permite contrastar los resultados con los límites normativos establecidos en la Resolución 2254 de 2017 para el monóxido de carbono, los cuales corresponden a 35.000 µg/m³ como concentración máxima para una hora y 5.000 µg/m³ como concentración promedio móvil de ocho horas. Como se observa en todas las estaciones, los valores registrados se mantienen ampliamente por debajo de ambos umbrales durante el periodo evaluado, lo que evidencia un cumplimiento normativo generalizado y sostenido. Esta condición sugiere una baja emisión de fuentes locales relevantes de CO, como quema de combustibles fósiles o procesos de combustión deficiente, y una dinámica atmosférica que favorece la dispersión del contaminante.

Por su parte, en la **Figura 3-22** se muestra la distribución de los datos octohorarios a lo largo del día para cada estación y variable. La representación mediante diagramas de caja permite caracterizar la variación horaria del CO (H) y del CO_mm (H) durante el periodo evaluado. En la estación CA_1 se evidencian concentraciones más elevadas y consistentes a lo largo del día, con medianas estables y una dispersión moderada, lo que indica una carga sostenida del contaminante y una posible influencia continua de fuentes emisoras cercanas. En contraste, la estación CA_2 muestra concentraciones horarias visiblemente más bajas y una mayor variabilidad relativa, con diagramas de caja más amplios en algunas franjas horarias, especialmente en la madrugada y la mañana, lo que podría reflejar emisiones intermitentes o cambios en las condiciones de dispersión atmosférica. En cuanto a la estación CA_3, se observa un comportamiento intermedio: aunque los niveles son más altos que en CA_2, presentan menor dispersión que en CA_1.

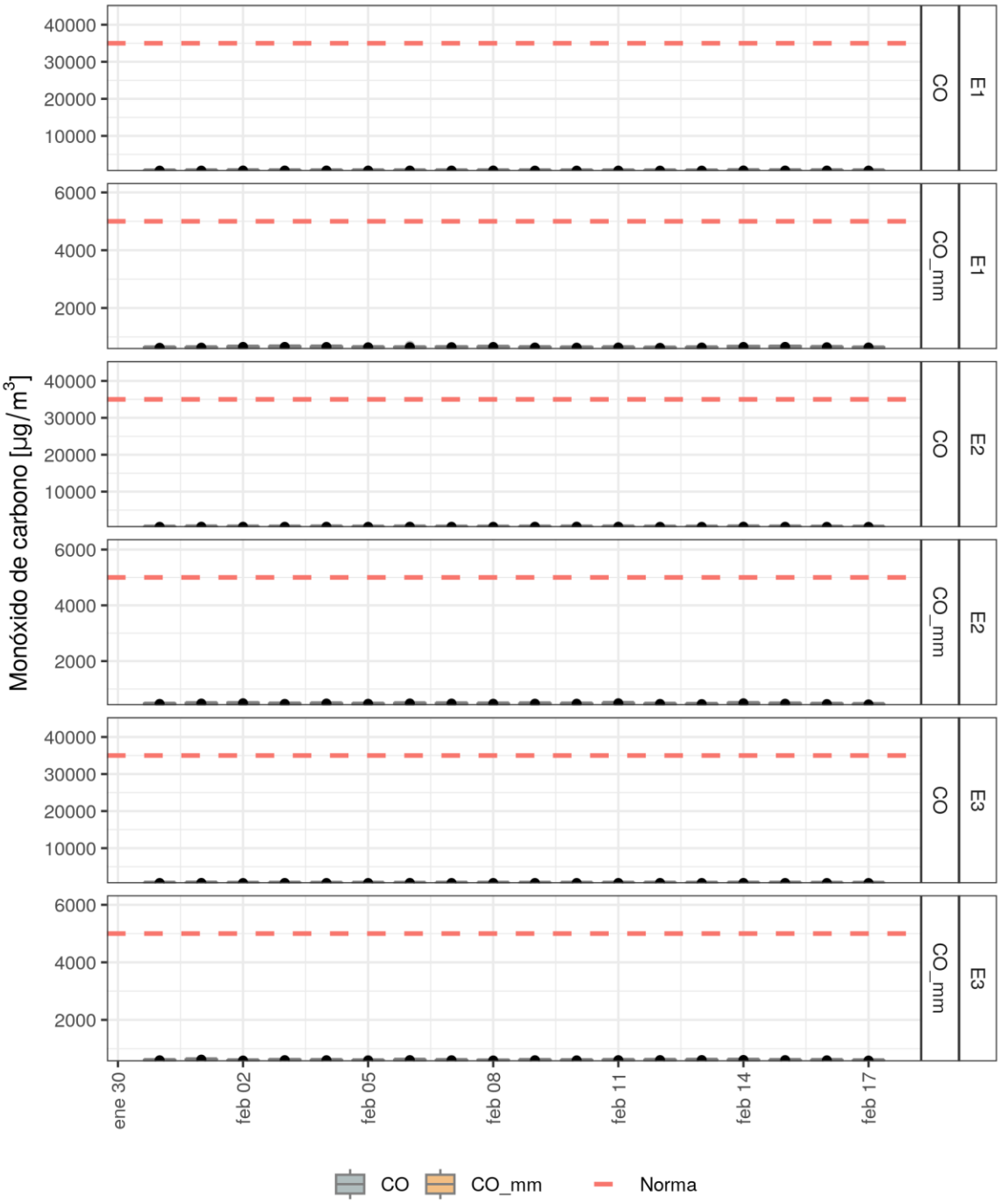


Figura 3-21 Concentraciones horarias por día de monóxido de carbono
Fuente: SGI SAS, 2024

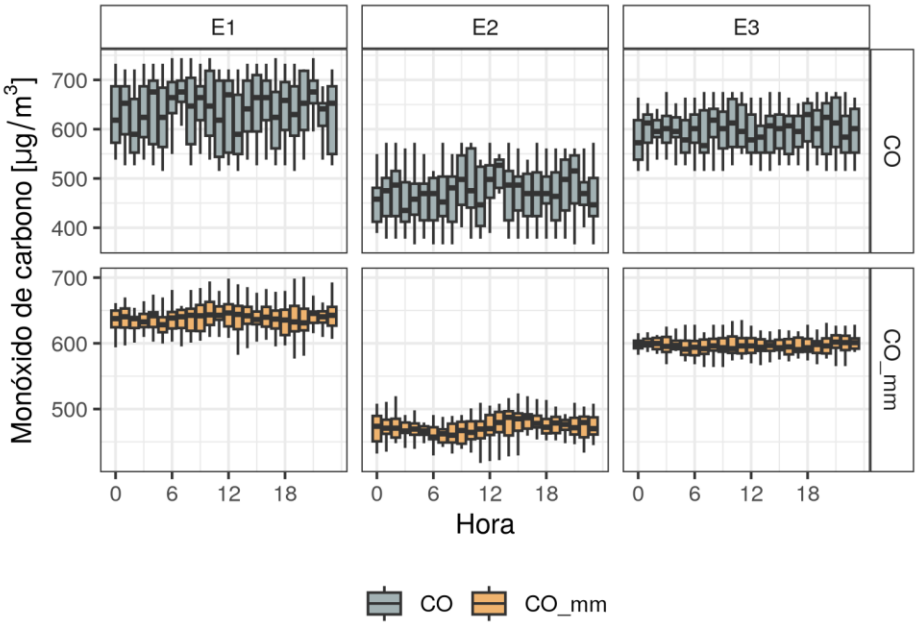


Figura 3-22 Ciclo diario de la concentración de monóxido de carbono
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.7 Ozono

En la **Tabla 3-20** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de ozono medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas de los promedios móviles de ocho horas registradas de O3 fueron 30,8 µg/m3 y 4,13 µg/m3, respectivamente. Adicional, se muestran los parámetros estadísticos de la media móvil, y de la concentración máxima diaria calculada a partir de la media móvil.

Los resultados del monitoreo indican que las concentraciones promedio horarias de ozono (O_3_mm H) fueron de 9,48 µg/m³ en la estación CA_1, 13,9 µg/m³ en CA_2 y 14,3 µg/m³ en CA_3. Estos valores son relativamente cercanos entre sí, lo que sugiere un comportamiento homogéneo del contaminante en las tres estaciones. No se identifican diferencias marcadas que indiquen la influencia predominante de una fuente o condición local específica sobre las concentraciones horarias de ozono.

Respecto al promedio móvil máximo diario de ocho horas (O_3_mm_max D), se registraron valores promedio de 16,1 µg/m³ en CA_1, 24,6 µg/m³ en CA_2 y 24,1 µg/m³ en CA_3. Si bien CA_2 presentó el valor máximo más alto (30,8 µg/m³), seguido por CA_3 (28,9 µg/m³), estas diferencias se mantienen dentro de un rango similar y no reflejan comportamientos atípicos. La dispersión también fue contenida en las tres estaciones, con desviaciones estándar moderadas, lo que indica una variabilidad diaria controlada. En conjunto, los resultados permiten concluir que el comportamiento del ozono fue relativamente estable durante el periodo de monitoreo, sin evidencias de acumulaciones críticas ni de condiciones que favorezcan una formación significativa del contaminante en alguna estación en particular.

La inclusión de ambas métricas (O_3_mm (H) y O_3_mm_max (D)) permite caracterizar tanto la evolución horaria como los picos diarios del contaminante, aspecto clave considerando que el ozono es un contaminante de formación secundaria, cuya concentración depende de la presencia de

precursores (como óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles), así como de factores como la radiación solar, la temperatura y la configuración del entorno. Zonas más expuestas a la radiación o con menor cobertura vegetal pueden favorecer su formación, mientras que entornos más sombreados o con mayor dispersión pueden limitar su acumulación (cec.org, 2015).

Tabla 3-20 Consolidado de estadísticos para ozono[23]

Estación	Unidad	CA_1		CA_2		CA_3	
		O3_mm (H)	O3_mm_max (D)	O3_mm (H)	O3_mm_max (D)	O3_mm (H)	O3_mm_max (D)
No Muest.	Ud	431	18	431	18	431	18
Promedio	ug/m^3	9,48	16,1	13,9	24,6	14,3	24,1
Des. est.	ug/m^3	4,91	6,03	6,75	4,89	6,35	4,26
Mediana	ug/m^3	7,78	13,5	12,5	25,8	13,6	24,7
Min.	ug/m^3	4,13	8,56	4,62	13,5	4,72	13,4
Max.	ug/m^3	28,3	28,3	30,8	30,8	28,9	28,9
Error Est.	ug/m^3	0,24	1,46	0,33	1,15	0,31	1
No Dt. Válidos	Ud	418	17	426	18	426	18
Repres.	%	97	94	99	100	99	100

Fuente: SGI SAS 2025

La **Figura 3-23** presenta el promedio de las concentraciones máximas octohorarias (variable O3_mm_max) durante cada día del periodo de análisis. La estación que presentó la máxima concentración fue CA_2 - Estación de tráfico con 24,6 µg/m3, valor que es inferior a la norma de 100 µg/m3. Las concentraciones máximas diarias empleadas para este cálculo (variable O3_mm_max) corresponden a la concentración máxima de las medias móviles de 8 horas para cada día de monitoreo.

[23] *Nota O_3_mm (H): Concentración horaria de ozono calculada mediante promedio móvil.*
O_3_mm_max (D): Concentración máxima diaria de la media móvil horario de ozono.

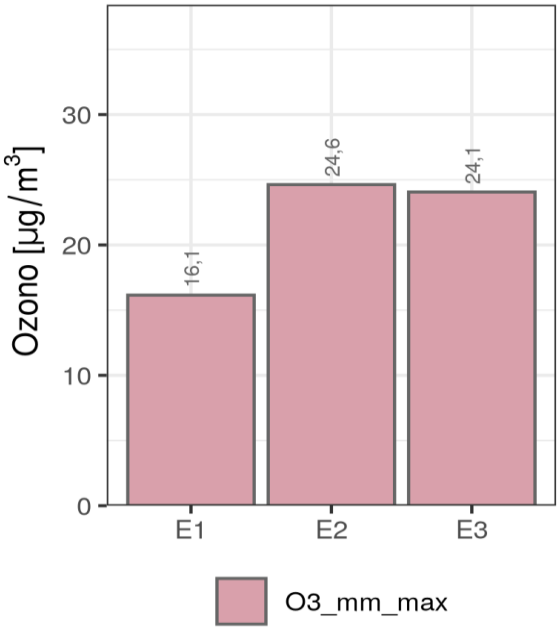


Figura 3-23 Concentración promedio de O3 para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

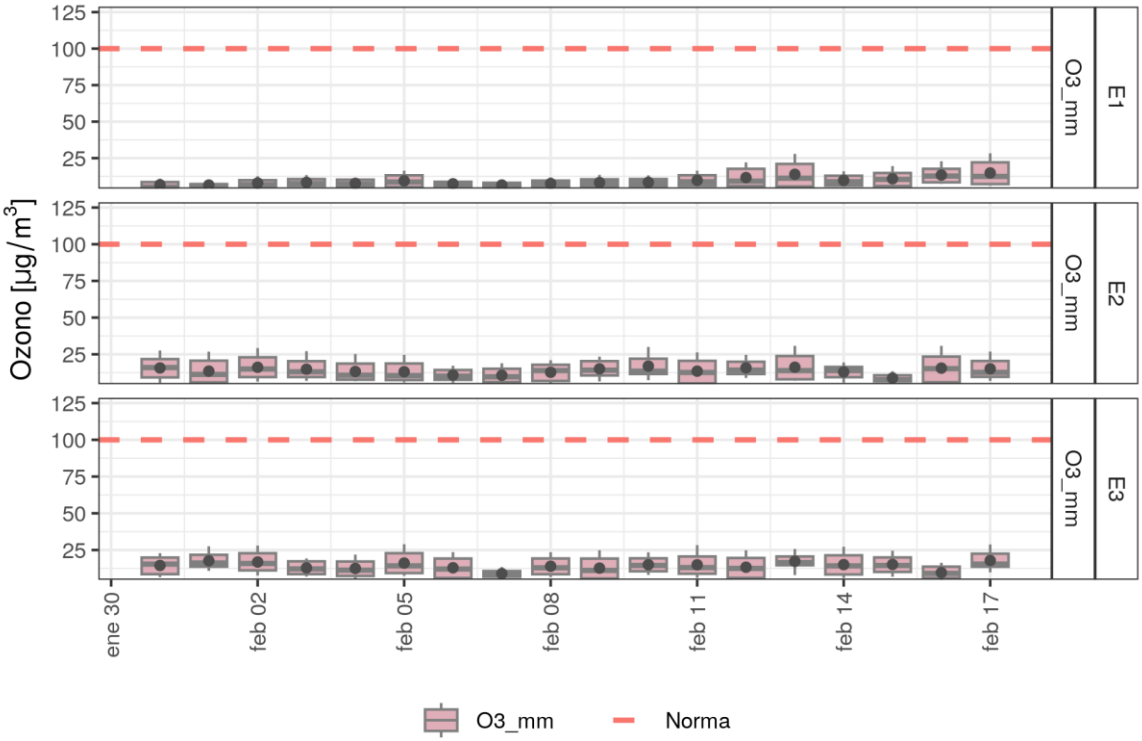


Figura 3-24 Concentración horarias por día de O3
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-24** se presenta la distribución de los datos de las concentraciones octohorarias por día. Las cajas representan el comportamiento octohorario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Esta visualización permite contrastar los resultados con el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017, correspondiente a 100 µg/m³ como promedio móvil de ocho horas. Todas las estaciones registraron concentraciones ampliamente por debajo de este umbral durante el periodo evaluado, evidenciando un cumplimiento normativo generalizado.

Por su parte, en la **Figura 3-25** se presenta la distribución a lo largo del día de las concentraciones octohorarias. Esta representación mediante diagramas de caja permite observar la variabilidad a lo largo del día en cada estación. En las tres estaciones se identifica un patrón típico de incremento progresivo durante la mañana, con concentraciones máximas registradas entre el mediodía y primeras horas de la tarde, comportamiento coherente con el efecto de la radiación solar sobre la formación del ozono como contaminante secundario.

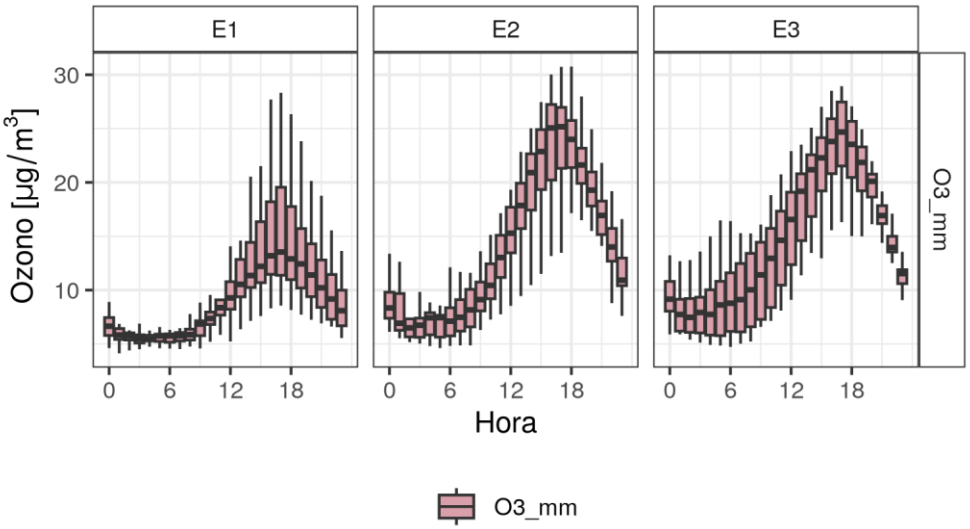


Figura 3-25 Ciclo diario de la concentración de Ozono
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.8 Benceno

En la **Tabla 3-21** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de benceno durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de benceno fueron 1,61 µg/m3 y 1,53 µg/m3, respectivamente.

Tabla 3-21 Consolidado de estadísticos para benceno[24]

Estación	Unidad	CA_1	CA_2	CA_3
		Benceno (D)	Benceno (D)	Benceno (D)
No Muest.	Ud	18	18	18
Promedio	ug/m³	1,55	1,54	1,55
Des. est.	ug/m³	0,016	0,0073	0,016

[24] *Nota (D): Concentración diaria de Benceno*

Estación	Unidad	CA_1	CA_2	CA_3
		Benceno (D)	Benceno (D)	Benceno (D)
Mediana	ug/m^3	1,55	1,54	1,55
Min.	ug/m^3	1,54	1,53	1,54
Max.	ug/m^3	1,61	1,56	1,61
Error Est.	ug/m^3	0,0038	0,0017	0,0038
No Dt. Válidos	Ud	18	18	18
Repres.	%	100	100	100

Fuente: SGI SAS 2025

La **Figura 3-26** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue CA_1 - Estación de fondo con 1,55 µg/m3, valor que es inferior a la norma de 5 µg/m3 (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

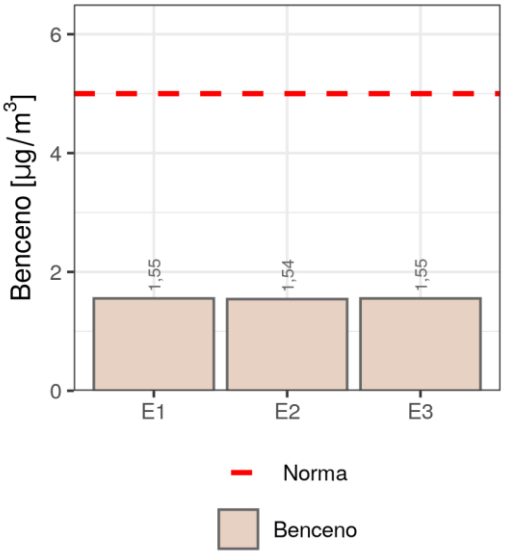


Figura 3-26 Concentración promedio de benceno para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-27** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

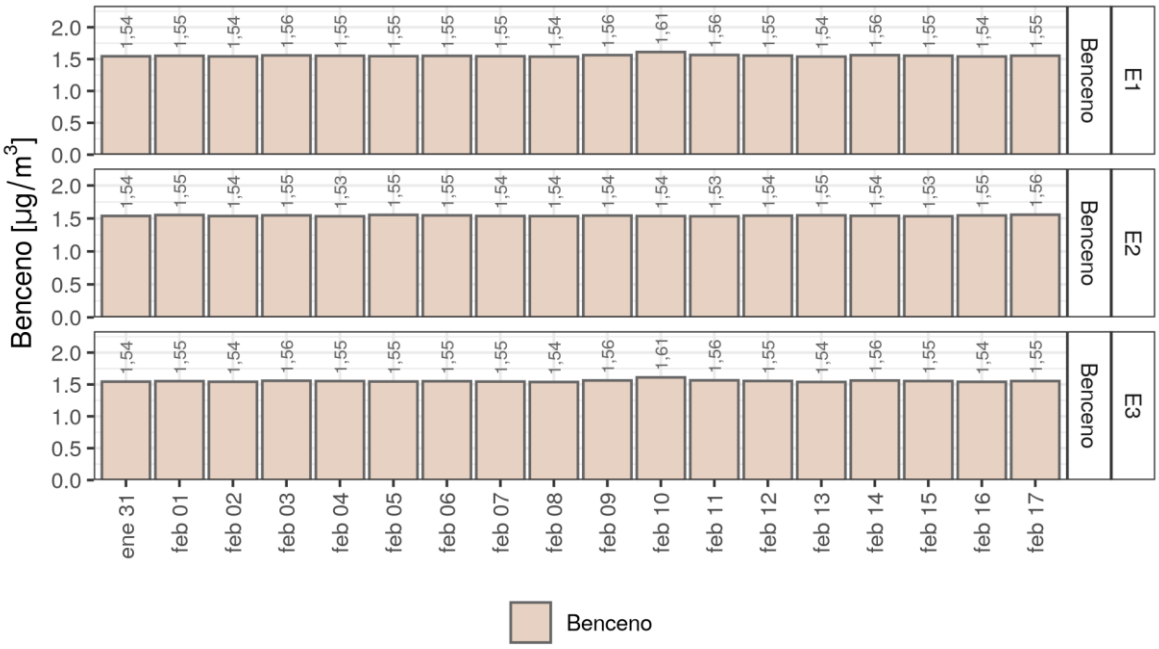


Figura 3-27 Concentraciones diarias de benceno para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.9 Tolueno

En la **Tabla 3-22** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de tolueno durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de tolueno fueron 1,61 µg/m3 y 1,54 µg/m3, respectivamente.

Tabla 3-22 Consolidado de estadísticos para tolueno[25]

Estación	Unidad	CA_1	CA_2	CA_3
		Tolueno (D)	Tolueno (D)	Tolueno (D)
No Muest.	Ud	18	18	18
Promedio	ug/m^3	1,55	1,55	1,55
Des. est.	ug/m^3	0,016	0,016	0,016
Mediana	ug/m^3	1,55	1,55	1,55
Min.	ug/m^3	1,54	1,54	1,54
Max.	ug/m^3	1,61	1,61	1,61
Error Est.	ug/m^3	0,0038	0,0038	0,0038
No Dt. Válidos	Ud	18	18	18
Repres.	%	100	100	100

Fuente: SGI SAS 2025

[25] *Nota (D): Concentración diaria de Tolueno*

La **Figura 3-28** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue CA_1 - Estación de fondo con 1,55 µg/m3, valor que es inferior a la norma de 260 µg/m3 (comparación indicativa).

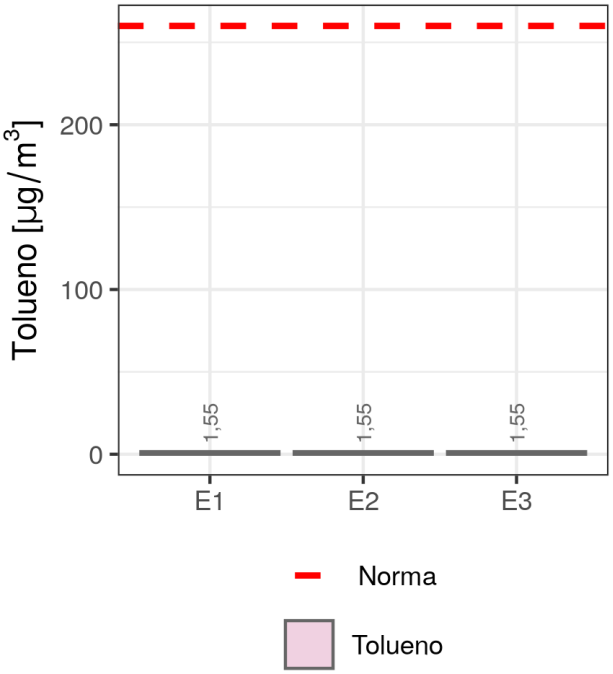


Figura 3-28 Concentración promedio de tolueno para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-29** presenta la distribución horaria de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

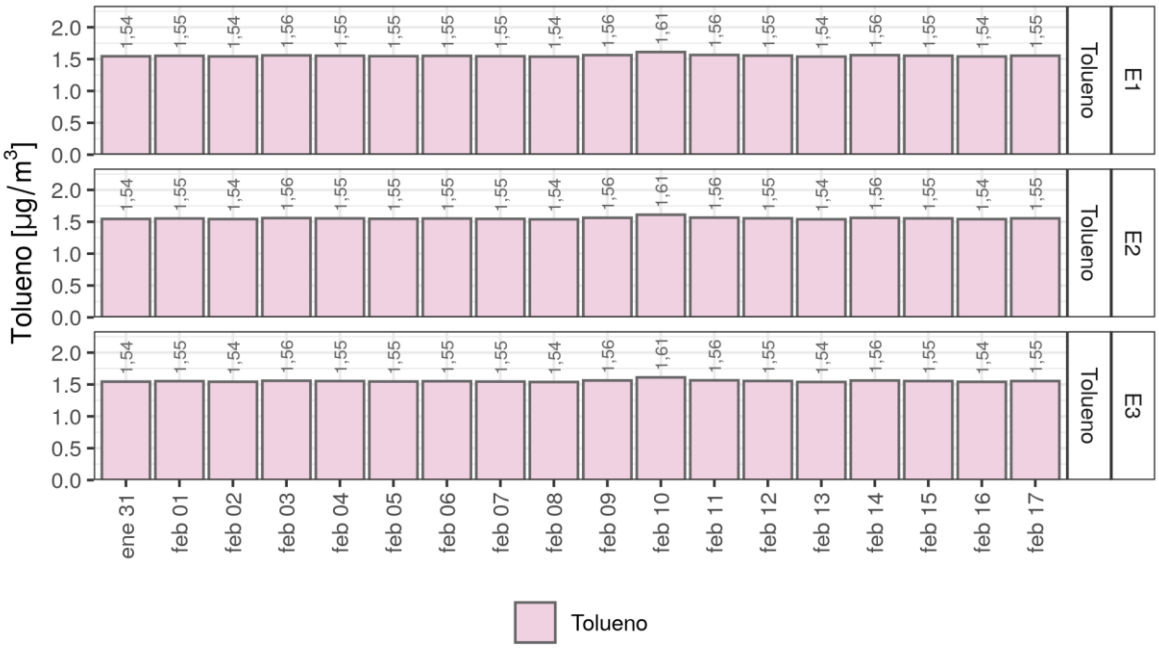


Figura 3-29 Concentraciones diarias de tolueno para el periodo de monitoreo
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.10 Índice de Calidad del Aire (ICA)

El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos sobre la salud pública. El índice es adimensional y su valor varía entre 0 y 500. En la **Tabla 3-23** y **Tabla 3-24** se presenta la relación entre las concentraciones de los contaminantes y la clasificación dentro del rango de valores del ICA.

Tabla 3-23 Descripción general del Índice de Calidad del Aire (ICA)

RANGO	COLOR	ESTADO	EFECTOS
0 - 50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
51 - 100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1) Ozono Troposférico: las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, debe reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) Material particulado: Las personas con enfermedad cardiaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151 - 200	Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud
201 - 300	Púrpura	Muy dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud
301 - 500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud

Fuente: Resolución 2254 del 2017

Tabla 3-24 Puntos de corte del Índice de Calidad del Aire (ICA)

ICA	CATEGORÍA	PM_{10} µg/m³ 24 horas	$PM_{2.5}$ µg/m³ 24 horas	CO µg/m³ 8 horas	SO_2 µg/m³ 1 hora	NO_2 µg/m³ 1 hora	O_3 µg/m³ 8 horas	O_3 µg/m³ 1 hora (1)
0 - 50	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	---
51 - 100	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	---
101 - 150	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
151 - 200	Dañina a la salud	255-354	16-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
201 - 300	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301 - 500	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394(2)	795-1185

Fuente: Resolución 2254 del 2017

De acuerdo con la información presentada en relación con el cálculo del ICA, se observa que para los compuestos medidos en el presente monitoreo aplica el cálculo para PM10, PM2.5, SO2, O3, NO2 y CO. A continuación, se presenta el ICA calculado para las tres (3) estaciones de monitoreo.

✓ Índices de calidad del aire

En la **Figura 3-30** se presentan las frecuencias con que se presentaron las diferentes categorías del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones para los parámetros monitoreados. El máximo valor del índice de calidad del aire se registró en la CA_1 -Estación de fondo el 2025-02-04 para el parámetro PM2.5 lo que generó un índice con clasificación Buena.

Esta figura permite identificar de forma consolidada la proporción de días en los que cada contaminante fue clasificado dentro de las categorías establecidas por la normatividad nacional. La presencia de una única barra por contaminante en cada estación evidencia que no se alcanzaron categorías superiores como Dañina o Peligrosa, lo que refleja condiciones favorables de calidad del aire en la zona durante el periodo evaluado. Todos los contaminantes mantuvieron el 100 % de sus registros en categoría “Buena” en todas las estaciones.

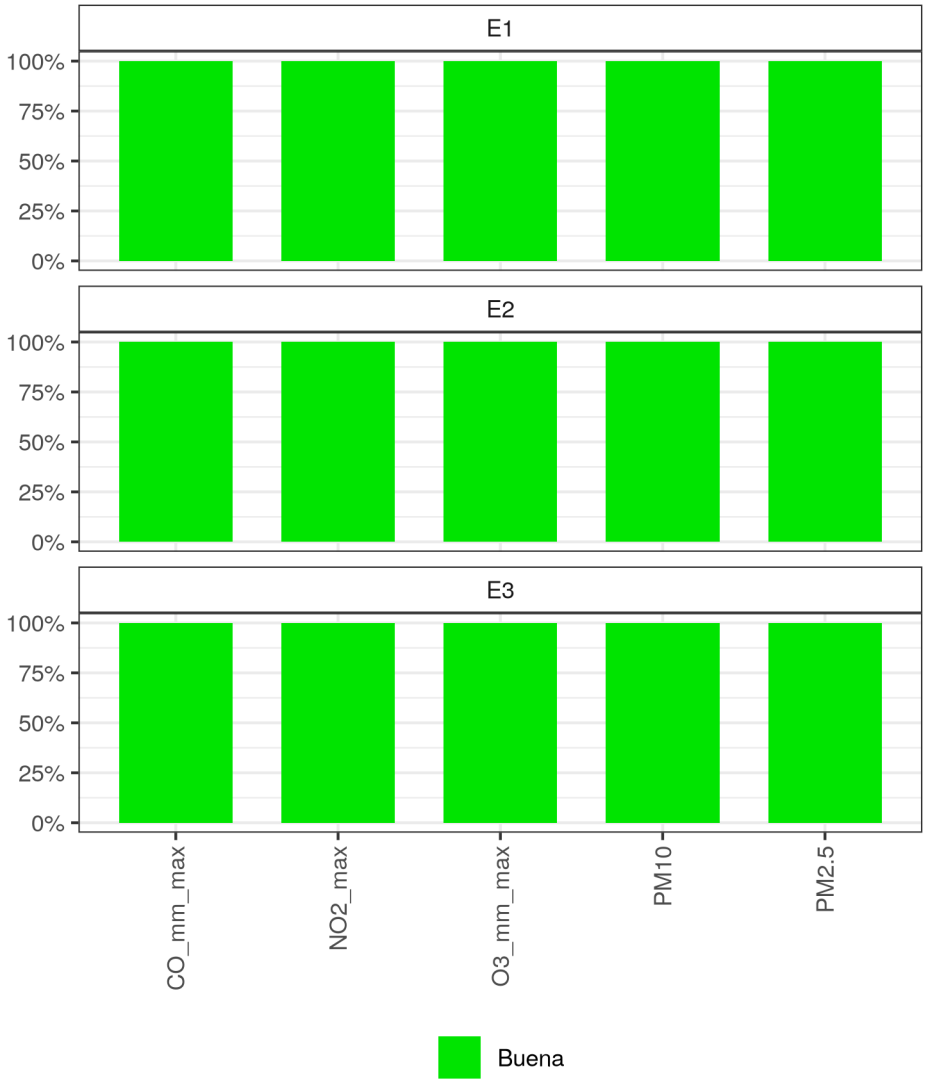


Figura 3-30 Distribución del índice de calidad del aire[26]
Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Figura 3-31** y **Figura 3-32** se presentan las series de tiempo de los índices de calidad del aire para las estaciones y variables monitoreadas. Estas gráficas muestran la evolución diaria del ICA calculado individualmente para cada contaminante y estación durante los 18 días del periodo de muestreo. En cada barra se representa el valor del ICA diario máximo registrado para el contaminante correspondiente, el cual determina la categoría de calidad del aire para ese día y estación específica.

[26] Identificación de estaciones en el gráfico: E1: CA_1, E2: CA_2, E3: CA_3

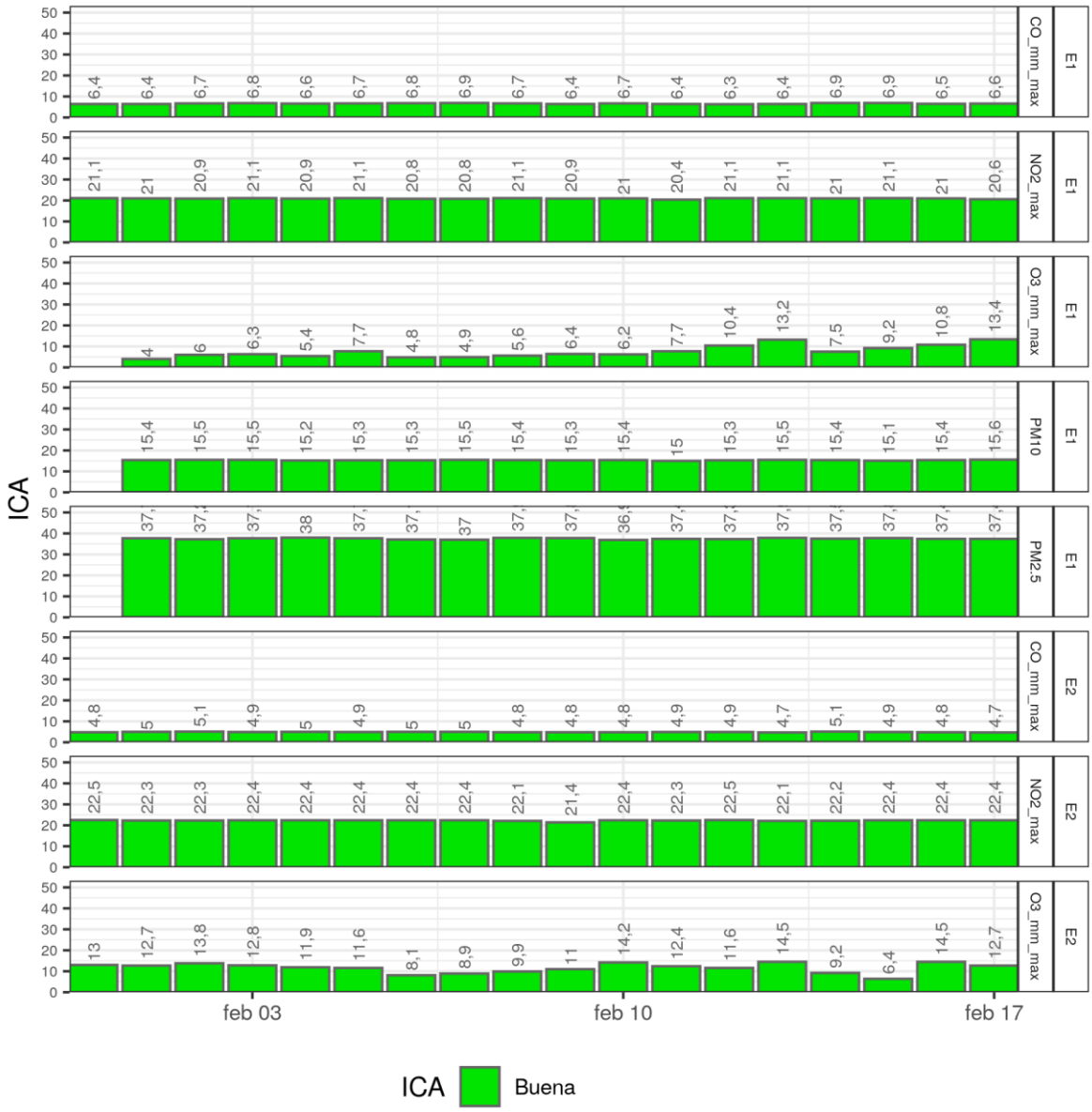


Figura 3-31 Series de tiempo del ICA por estación y parámetros parte 1[27]
Fuente: SGI SAS, 2025

[27] Identificación de estaciones en el gráfico: E1: CA_1, E2: CA_2, E3: CA_3

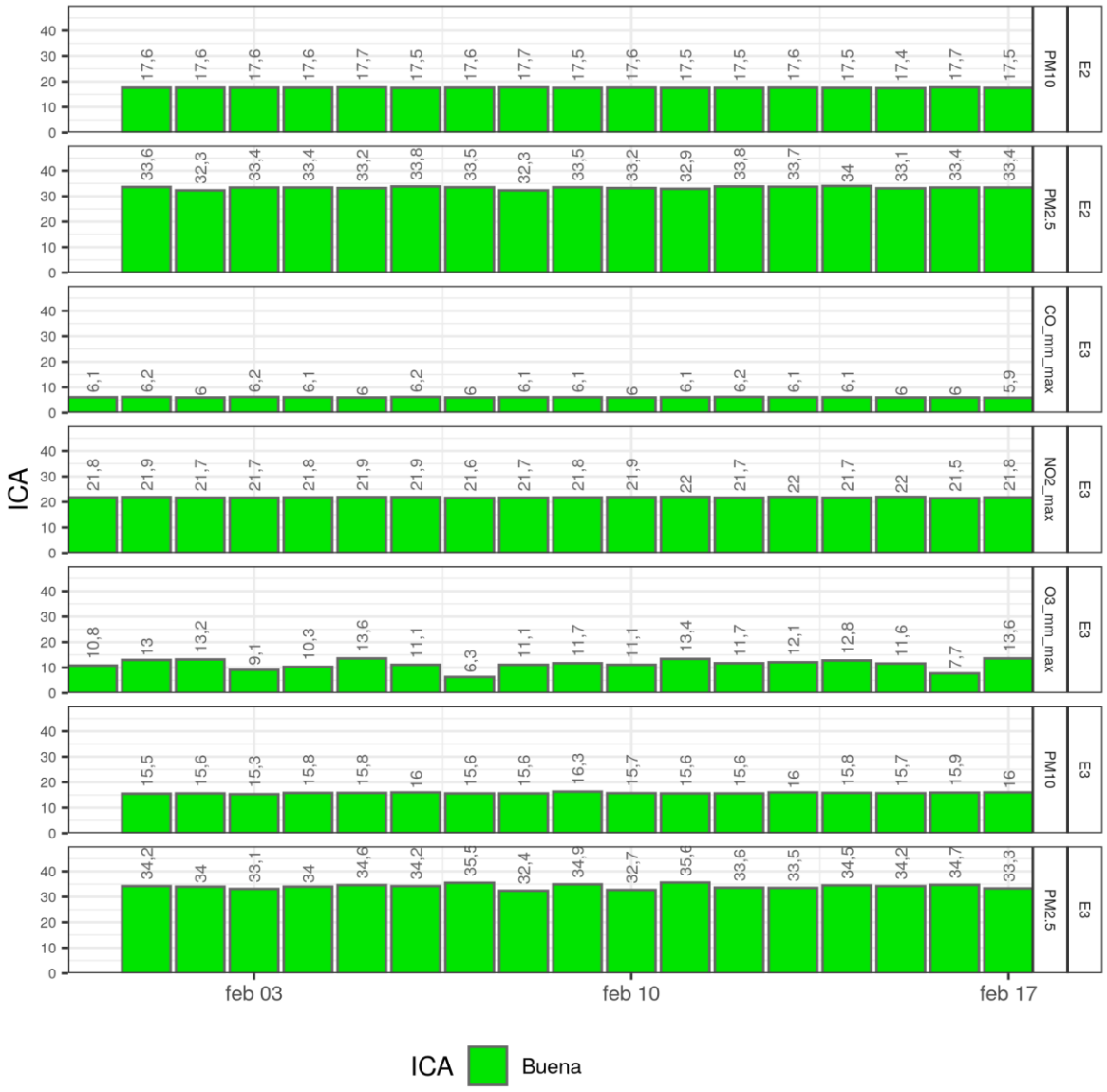


Figura 3-32 Series de tiempo del ICA por estación y parámetros parte 2[28]
Fuente: SGI SAS, 2025

3.2.9.2.1.11 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos durante el monitoreo de calidad del aire realizado en las estaciones ubicadas en el área de influencia del proyecto propuesto Bucare, en el contexto del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y bajo las condiciones meteorológicas de la temporada de bajas precipitaciones, se concluye que:

- Todas las concentraciones registradas de los contaminantes medidos (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, CO, SO_2 y COV's) se mantuvieron dentro de los límites máximos permisibles definidos

[28] Identificación de estaciones en el gráfico: E1: CA_1, E2: CA_2, E3: CA_3

en la Resolución 2254 de 2017, sin presentarse superaciones ni eventos críticos que representaran riesgos para la salud pública o el ambiente.

- Durante el monitoreo, las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se mantuvieron dentro de los límites diarios establecidos por la normatividad vigente, sin registrarse superaciones en ninguna de las estaciones. Las concentraciones mostraron un comportamiento estable a lo largo del periodo, sin evidenciar eventos puntuales ni fluctuaciones significativas entre días. En general, no se identificaron diferencias marcadas entre estaciones, y se observó una dinámica homogénea del material particulado, lo que refleja condiciones atmosféricas favorables para la dispersión y un entorno con baja presión de fuentes emisoras.
- Respecto a los contaminantes gaseosos, las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y monóxido de carbono (CO) se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la normatividad nacional durante todo el periodo de evaluación, lo que evidencia un cumplimiento generalizado de la calidad del aire en las estaciones monitoreadas. En términos generales, se observó un comportamiento homogéneo entre estaciones, con diferencias mínimas y dentro de las tendencias esperadas para cada contaminante.
- En cuanto a los contaminantes medidos mediante métodos manuales, como el dióxido de azufre (SO_2) y los compuestos orgánicos volátiles (COV's), se observó cumplimiento frente a los límites establecidos por la normatividad nacional en todas las estaciones evaluadas. Si bien las concentraciones reportadas corresponden a estimaciones derivadas de los límites de cuantificación analítica, estos resultados permiten identificar tendencias generales y establecer una línea base trazable para el proyecto.
- El análisis del Índice de Calidad del Aire (ICA) evidenció que la clasificación fue "Buena" para todos los contaminantes monitoreados en las tres estaciones durante el periodo de evaluación. Este resultado refleja condiciones favorables de calidad del aire en el área de desarrollo Bucare, sin episodios críticos ni registros que comprometieran la clasificación general. La estabilidad de los valores registrados respalda la baja presión de fuentes emisoras y la adecuada dispersión atmosférica durante la temporada de bajas precipitaciones.