



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES “ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE LAS EMISIONES DE
CONTAMINANTES DEL AIRE EN IBARRA**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERIA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Sostenible y Aprovechamiento de los Recursos Naturales

Sublínea: Ambiente y Biodiversidad

AUTOR: JESSICA GABRIELA TITO LARA

ASESOR: PH.D. CÉSAR ALONSO ZULETA PADILLA

IBARRA, ENERO-2020



Ibarra, 09 de enero de 2020

Ph.D. César Alonso Zuleta Padilla

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f:) 

Ph.D. César Alonso Zuleta Padilla

C.C.: 1001037546



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

Ph D. César Alonso Zuleta Padilla

C.C.: 1001037546

(f): 

Mgs. Edmundo René Recalde Posso

C.C.: 1001774494

(f): 

Dr. Rubén del Toro Déniz

C.C.: 1757544471



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Jessica Gabriela Tito Lara, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 09 de enero de 2020

(f):

Jessica Gabriela Tito Lara

C.C.: 1003973847



AUTORÍA

Yo, Jessica Gabriela Tito Lara, portador de la cédula de ciudadanía N.º 1003973847, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f): 

Jessica Gabriela Tito Lara

C.C.: 1003973847



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Jessica Gabriela Tito Lara, con CC: 1003973847, autor del trabajo de grado intitulado: “Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra” previo a la obtención del título profesional de “Ingeniera en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo”, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 09 de enero de 2020

(f.) 

Jessica Gabriela Tito Lara

C.C. 1003973847



DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra”** lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 9 de mayo de 2019.

Ibarra, 09 de enero de 2020

(f.).....

Jessica Gabriela Tito Lara

C.C.: 1003973847



DEDICATORIA

La presente investigación de grado va dedicada principalmente a mi papi Wimper Tito, a mi Mamita Sofía Lara y a mi hermano Diego. Por apoyarme en todo lo que he necesitado, por ser cada día la motivación de mi vida y por estar incondicionalmente siguiendo cada paso que he culminado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por acompañarme en cada momento, por estar presente en mí, siendo una guía en mi carrera universitaria brindándome amor, fe, bendiciones, y sobre todo esperanza y mucha fuerza para no fracasar en cada transcurso de mi carrera.

A mis padres, por ser un apoyo diario quienes con su esfuerzo cada día me han apoyado en todo lo que he necesitado, a mi mamita un gracias infinito por estar cada día pendiente de mí, de que no me falte nunca nada, y a mi padre quien me ha llenado de consejos y sabias decisiones, de todo corazón gracias por confiar en mí, los amo.

A mi hermano, por ayudarme y acompañarme en las mediciones que tenía que realizar en la tesis, por ser mi único y verdadero amigo con quien comparto felicidad, cariño, y respeto.

A mi asesor Alonzo Zuleta, quien me compartió sus conocimientos acerca de los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos, por brindarme su tiempo incondicional en las correcciones de la tesis y por alentarme a realizar bien las cosas. Siempre estaré muy agradecida.

A mi amiga Mery, por compartir muchos momentos de felicidad desde el primer inicio de la carrera, por estar siempre en las buenas y malas realizando los trabajos en clase y haciendo todo juntas, gracias por tu amistad amiga te quiero.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN	3
3.1 Objetivo General:	4
3.2 Objetivos Específicos:.....	4
4. ESTADO DEL ARTE	5
4.1 Atmósfera.....	5
4.2 Contaminación atmosférica.....	5
4.3 Fuentes de emisión	6
4.4 Contaminantes atmosféricos	6
4.5 Factores que afectan el transporte y dispersión de contaminantes.....	10
4.5.1 Factores meteorológicos	10
4.5.2 Factores de emisión.....	12
4.5.3 Factores topográficos	12
4.6 Modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos	13
4.6.1 Modelos de celda fija	15
4.6.2 Modelos Gaussianos	16
4.6.3 Modelos Combinados	17
4.6.4 Modelo Lagrangiano	17
4.6.5 Modelos Eulerianos	18
4.7 Importancia de los modelos de dispersión	18
4.8 Modelo de dispersión HYSPLIT.....	19
4.8.1 Utilidad e importancia.....	19

4.8.2	Funcionamiento.....	19
4.8.3	Acceso.....	20
4.9	Modelo Meteorológico WRPLOT View.....	20
4.10	Elaboración de un Plan de Manejo	21
4.10.1	Estructura del PMA	22
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1	Materiales.....	24
5.2	Metodología para la Elaboración del Diagnóstico	24
5.2.1	Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	25
5.2.2	Elaboración de mapas cartográficos	26
5.2.3	Caracterización del Área.....	26
5.3	Metodología para la aplicación del modelo de dispersión HYSPLIT.....	26
5.3.1	Recopilación de Datos Meteorológicos	26
5.3.2	Software WRPLOT View	26
5.3.3	Modelo HYSPLYT	29
5.4	Metodología para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental	35
5.4.1	Resumen Ejecutivo	35
5.4.2	Línea Base.....	35
5.4.3	Objetivos del Plan de Manejo Ambiental	35
5.4.4	Política Ambiental	35
5.4.5	Identificar la Misión y Visión	35
5.4.6	Identificación de Impactos.....	36
5.4.7	Valoración de Importancia del Impacto.....	36
5.4.8	Magnitud de Impacto	37
5.4.9	Valoración del Impacto	37

5.4.10 Programas	38
5.5 Metodología para la Socialización del Estudio Realizado.....	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
7. CONCLUSIONES	111
8. RECOMENDACIONES.....	112
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
10. ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de impactos ambientales	36
Tabla 2. Clasificación de Impactos Ambientales	38
Tabla 3. Principales puntos correspondientes al área de estudio.....	41
Tabla 4. Promedios del CO, NO y CO ₂ del punto de estudio 1.....	44
Tabla 5. Promedios del CO, NO y CO ₂ del punto de estudio 2.....	46
Tabla 6. Promedios del CO, NO y CO ₂ del punto de estudio 3.....	48
Tabla 7. Datos meteorológicos de la estación meteorológica de Ibarra M1240.....	49
Tabla 8. Datos de frecuencias de la dirección del viento	49
Tabla 9. Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 1	64
Tabla 10. Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 1.....	65
Tabla 11. Dióxido de Carbono (CO ₂), punto de estudio 1	67
Tabla 12. Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 2	69
Tabla 13. Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 2.....	71
Tabla 14. Dióxido de Carbono (CO ₂), punto de estudio 2	73
Tabla 15. Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 3	75
Tabla 16. Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 3.....	77
Tabla 17. Dióxido de Carbono (CO ₂), punto de estudio 3	79
Tabla 18. Caracterización climática	86
Tabla 19. Especies Florísticas	92
Tabla 20. Especies de Fauna.....	92
Tabla 21. Parroquias del Cantón Ibarra	93
Tabla 22. Población del Cantón Ibarra	94
Tabla 23. Autoidentificación de la población del cantón Ibarra.....	94
Tabla 24. Tipo de Vivienda en el Cantón Ibarra	95
Tabla 25. Rama de actividad del Cantón Ibarra	96
Tabla 26. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.....	98
Tabla 27. Clasificación de Impactos.....	99
Tabla 28. Programa de Mitigación de Impactos.....	100
Tabla 29. Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.....	101

Tabla 30. Programa de Relaciones Comunitarias.....	103
Tabla 31. Programa de Contingencias.....	105
Tabla 32. Programa de Medidas Compensatorias.	107
Tabla 33. Programa de Seguimiento, Evaluación y Control.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fundamento de los modelos de dispersión.....	14
Figura 2. Modelo de celda fija y sus variables.	15
Figura 3. Representación de la pluma Gaussiana.	16
Figura 4. Modelo de dispersión Lagrangiano con dispersión de partículas.	17
Figura 5. Mapa de la Ubicación del Área de Estudio.....	25
Figura 6. Archivo de Excel con los Datos Meteorológicos.....	27
Figura 7. Llenar los Campos de Información.....	27
Figura 8. Formato SAM.....	28
Figura 9. Panel de Rango de Fechas.....	29
Figura 10. Parámetros de primera entrada.....	30
Figura 11. Configuración de Archivos Meteorológicos.....	31
Figura 12. Parámetros de la Fuente.....	32
Figura 13. Opciones de salida de los datos.....	33
Figura 14. Estado del modelo y los resultados corriendo o ejecutándose.....	34
Figura 15. Punto de estudio 1.....	43
Figura 16. Punto de estudio 2.....	45
Figura 17. Punto de estudio 3.....	47
Figura 18. Dirección desde donde sopla el viento, Día sábado.....	50
Figura 19. Dirección hacia donde sopla el viento, Día sábado.....	51
Figura 20. Dirección desde donde sopla el viento, Día domingo.....	52
Figura 21. Dirección hacia donde sopla el viento, Día domingo.....	53
Figura 22. Dirección desde donde sopla el viento, Día lunes.....	54
Figura 23. Dirección hacia donde sopla el viento, Día lunes.....	55
Figura 24. Dirección desde donde sopla el viento, Día martes.....	56
Figura 25. Dirección hacia donde sopla el viento, Día martes.....	57
Figura 26. Dirección desde donde sopla el viento, Día miércoles.....	58
Figura 27. Dirección hacia donde sopla el viento, Día miércoles.....	59
Figura 28. Dirección desde donde sopla el viento, Día jueves.....	60
Figura 29. Dirección hacia donde sopla el viento, Día jueves.....	61

Figura 30. Dirección desde donde sopla el viento, Día viernes	62
Figura 31. Dirección hacia donde sopla el viento, Día viernes	63
Figura 32. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – domingo, para el punto de estudio 1	65
Figura 33. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 1	66
Figura 34. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 1	67
Figura 35. Concentración y dispersión del contaminante CO ₂ de lunes – jueves, para el punto de estudio 1	68
Figura 36. Concentración y dispersión del contaminante CO ₂ de viernes – domingo, para el punto de estudio 1	69
Figura 37. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – jueves, para el punto de estudio 2	70
Figura 38. Concentración y dispersión del contaminante CO de viernes – domingo, para el punto de estudio 2	71
Figura 39. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 2	72
Figura 40. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 2	73
Figura 41. Concentración y dispersión del contaminante CO ₂ de lunes – jueves, para el punto de estudio 2	74
Figura 42. Concentración y dispersión del contaminante CO ₂ de viernes – domingo, para el punto de estudio 2	75
Figura 43. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – jueves, para el punto de estudio 3	76
Figura 44. Concentración y dispersión del contaminante CO de viernes – domingo, para el punto de estudio 3	77
Figura 45. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 3	78

Figura 46. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 3.....	79
Figura 47. Concentración y dispersión del contaminante CO2 de lunes – jueves, para el punto de estudio 3.....	80
Figura 48. Concentración y dispersión del contaminante CO2 de viernes – domingo, para el punto de estudio 3.....	81
Figura 49. Distribución mensual de la Temperatura	87
Figura 50. Distribución mensual de la Precipitación.....	88
Figura 51. Distribución mensual de la Humedad Relativa.....	88
Figura 52. Distribución mensual de la Nubosidad	89
Figura 53. Distribución mensual de la Heliofanía.....	90
Figura 54. Análisis de Clasificación de Impactos	99

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Glosario.....	122
Anexo 2. Fotografías de la toma de datos	123
Anexo 3. Analizador de CO ₂ ALNOR 8610	123
Anexo 4. Aparato analizador portátil de emisiones de gases de combustión E1100	124
Anexo 5. Anemómetro Kestrel 1000.....	124
Anexo 6. Tablas con datos de las tomas de las emisiones.....	125
Anexo 7. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 1	132
Anexo 8. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 2	135
Anexo 9. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 3	141
Anexo 10. Datos Meteorológicos del INAMHI para generar la rosa de vientos	144
Anexo 11. Gráficos de la dispersión y concentración de los contaminantes.....	151
Anexo 12. Matrices de Evaluación de Impactos.	191
Anexo 13. Formato de encuesta para la socialización del tema de investigación.	202
Anexo 14. Datos estadísticos de la encuesta.	203
Anexo 15. Listado de asistentes a la sociabilización del tema de investigación.	205
Anexo 16. Registro fotográfico.	206

1. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura en Ecuador, tuvo como objetivo la Elaboración de un Plan de Manejo para las emisiones de contaminantes atmosféricos producidos por las dos cooperativas de transporte público. Para determinar la concentración y dispersión de contaminantes se utilizan diferentes modelos de dispersión relacionados matemáticamente a la función gaussiana, de esta manera parten los primeros objetivos específicos de la investigación, que es identificar las principales áreas con mayor tránsito vehicular en el centro de la ciudad de Ibarra, recolectando datos sobre el tipo y cantidad de gases emitidos, en diferentes días de la semana desde el mes de febrero hasta abril del 2019. Y mediante métodos cualitativos y cuantitativos aplicar un modelo matemático-meteorológico en base de los datos obtenidos para determinar la distribución espacial y temporal de los contaminantes con el uso de un software.

Después de realizada la investigación se obtuvo como resultado que, de los tres puntos de estudio analizados, en el punto de estudio número 2, el gas con mayor concentración fue el Dióxido de Carbono (CO_2) con valores de hasta $8,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg.m}^{-3}$, que están por debajo de los 9000 mg.m^{-3} , de acuerdo a la normativa de Perú, mientras que el Monóxido de Nitrógeno (NO) fue el que presentó las concentraciones más bajas, de acuerdo al límite permisible de la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire. La mayor dispersión longitudinal de contaminación se evidenció con el contaminante Dióxido de Carbono (CO_2).

Finalmente, para la Elaboración del Plan de Manejo se pudo identificar impactos producidos principalmente por la congestión vehicular, por el no adecuado mantenimiento del motor y tubo de escape, con la finalidad de mitigarlos, controlarlos y prevenirlos de tal manera que el cumplimiento de cada actividad sea alcanzable con los objetivos del proyecto.

PALABRAS CLAVE. - dispersión de contaminantes atmosféricos, Modelo SCREEN View, Plan de manejo.

2. ABSTRACT

The present investigation was carried out in the city of Ibarra, province of Imbabura in Ecuador, aimed at the Development of an Environmental Management Plan for emissions of air pollutants produced by the two public transport cooperatives. To determine the concentration and dispersion of pollutants, different dispersion models are used that are mathematically related to Gaussian function, which is to identify the main areas with the highest vehicular traffic in the city center of Ibarra, collecting data on the type and quantity of gases emitted, on different days of the week from February to April 2019. Using qualitative and quantitative methods, apply a mathematical-meteorological model based on the data obtained to determine the spatial and temporal distribution of pollutants with the use of software.

After conducting the investigation, it was obtained that, of the three study points analyzed, at study point number 2, the gas with the highest concentration was Carbon Dioxide (CO₂) with values up to $8,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg.m}^{-3}$, which is below 9000 mg.m^{-3} , while Nitrogen Monoxide (NO) was the one with the lowest concentrations according to the permissible limit of the Ecuadorian Air Quality Standard. The greatest longitudinal dispersion of contamination was evidenced by the contaminant Carbon Dioxide (CO₂).

Finally, for the preparation of the Management Plan, it was possible to identify impacts produced mainly by vehicular congestion, by the inadequate maintenance of the engine and exhaust pipe, in order to mitigate, control and prevent them in such a way that compliance with each activity is achievable with the objectives of the project.

KEYWORDS. - dispersion of atmospheric pollutants, SCREEN View Model, Management Plan.

3. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema que afecta la calidad de vida de las personas y al ambiente, debido a las diferentes sustancias químicas contaminantes que se emiten por medio de la actividad y movilidad intensa de las fuentes móviles y fuente fijas que existen en un país o ciudad. La baja calidad del aire constituye un importante riesgo hacia la salud y permanencia de todos los seres vivos, ya que los altos niveles de contaminación provocan un aumento de la mortalidad (OMS, 2016).

La ciudad de Ibarra, mediante un informe realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2014 señala que “Ibarra es la segunda ciudad de América latina con mejor calidad de aire, se sitúa en esta posición porque también relevó 9 microgramos de PM 2,5 pero contabilizó 18 microgramos de PM 10”. Estas partículas contaminantes que también están suspendidas en el aire, pero son un poco mayores que las PM 2,5 son menos perjudiciales (Bravo, 2018). Los vehículos de transporte público que circulan por en el centro de la ciudad de Ibarra, están equipados con motores a diésel, generando contaminantes atmosféricos que afectan la salud de las personas “Según el reporte del departamento de fiscalización de MOVIDELNOR EP un total de 46 unidades de transporte público fueron notificadas por exceso de emisión de gases en los operativos realizados durante el año 2016” (GAD, 2016). Los fiscalizadores acudieron a las paradas de las cooperativas 28 de septiembre y San Miguel de Ibarra. El nivel de varios contaminantes del esmog que producen los buses sobrepasó el rango permitido y según el Análisis de la Calidad del Aire, el mayor nivel de contaminación en la atmósfera de la ciudad es atribuido al tránsito vehicular.

Hoy en día las emisiones de gases son más controladas para todos los vehículos particulares y públicos debido a la nueva implementación de un aparato de prueba de gases que posee el centro de revisiones vehiculares de Ibarra, los niveles por lo tanto disminuirían considerablemente. Pero el desconocimiento sobre las emisiones de estos gases se evidencia sobre cómo afectan al momento de su distribución en el aire dentro de la ciudad, por lo cual mediante un método de distribución se considera estimar la dirección y cantidad que los contaminantes adquieren en condiciones meteorológicas.

La investigación tiene como finalidad elaborar un Plan de Manejo de la emisión y distribución de contaminantes en Ibarra, teniendo en cuenta que para la elaboración de procesos metodológicos se consideraron los principales puntos o sitios donde se generan las emisiones y después se aplicó un modelo matemático – meteorológico con el apoyo de un programa de distribución de contaminantes llamado HYSPLIT, y otro programa de uso meteorológico llamado WRPLOT View, los dos usados a nivel mundial que tienen una gran aceptación para temas relacionados a la calidad del aire. Con respecto al Plan de Manejo que contribuye a la propuesta de alternativas y posibles soluciones, se pretende contribuir con información acerca de cómo la distribución de los contaminantes al aire puede llegar a afectar el ambiente y la salud de las personas, esta propuesta de investigación se deberá socializar a las autoridades competentes en este caso los involucrados en la toma de decisiones como son el GAD Municipal de Ibarra.

3.1 Objetivo General:

Elaborar un Plan de Manejo Ambiental de la emisión de contaminantes en Ibarra.

3.2 Objetivos Específicos:

1. Identificar las principales áreas con mayor tránsito vehicular en el centro de la ciudad de Ibarra, recolectando datos sobre el tipo y cantidad de gases emitidos diariamente.
2. Aplicar un modelo matemático-meteorológico en base de los datos obtenidos para determinar la distribución espacial y temporal de los contaminantes.
3. Preparar un Plan de Manejo Ambiental con el objetivo de presentar a los tomadores de decisión de la ciudad.
4. Socializar los resultados de la investigación a la comunidad universitaria y ciudadanía en general en el GAD Municipal de Ibarra.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 Atmósfera

La atmósfera se considera como la capa gaseosa que envuelve a la tierra y cualquier alteración presenta una gran repercusión en los seres vivos. La composición y estructura física es una mezcla de gases transparentes, que durante el transcurso de los años ha evolucionado a la composición actual permitiendo el desarrollo de la vida. La mezcla de gases que conforman la atmósfera se compone por el 78% de nitrógeno (N_2) y el 21% de oxígeno (O_2), mientras que el 1% restante se compone por gases traza, los cuales son principalmente gases de efecto invernadero, vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), ozono (O_3) entre otros (SEMARNAT, 2013). Así también como partículas volcánicas como polvos y humos. Estos gases a pesar de estar en bajas concentraciones constituyen y desempeñan un papel fundamental en los procesos meteorológicos.

4.2 Contaminación atmosférica

Es la presencia de sustancias químicas, materias o formas de energía que en altas concentraciones producen alteraciones a la salud humana y a cualquier bien de la naturaleza, la presencia de estas sustancias en la atmósfera puede ser de origen natural o de actividades antrópicas (Bermúdez, 2010). Las emisiones producto de las diversas actividades antrópicas actualmente son el problema más visible de contaminación y calentamiento global.

A pesar de que la contaminación atmosférica se produzca por los arrastres de gases o diferentes tipos de gases o materiales volátiles almacenados o utilizados de otras formas, la principal forma de contaminación atmosférica es la combustión que implica la oxidación de los elementos del combustible, materia prima y aire. (Aranguéz et al., 1999).

La contaminación atmosférica aumentó desde el siglo XVIII con el apareamiento significativo de la revolución industrial, pero hoy en día aumenta cada vez más rápido, debido al crecimiento de población y la necesidad del desarrollo industrial como también el de viajar y trasladarse hacia cualquier lugar en automóviles o servicios públicos los cuales generan contaminantes gaseosos y deterioran la calidad de vida (Arciniegas, 2013). Este incremento

hace que los niveles de contaminación tanto externos como internos estén asociados a los problemas de la salud, especialmente el asma, alergias crónicas entre otras.

4.3 Fuentes de emisión

(Avilés y Rivera, 2018) mencionan que las fuentes de contaminación del aire provienen en su mayoría de las actividades que realiza el ser humano entre las más principales tenemos las siguientes:

- Fuentes estacionarias: también denominadas como fuentes fijas o puntuales de contaminación que hacen referencia a un solo punto estacionario del cual pueden emitir diversos contaminantes que pueden llegar alcanzar niveles altos de toxicidad. Como ejemplos puntuales tenemos las grandes industrias químicas, fabricas, refinerías, plantas eléctricas etc.
- Fuentes móviles: constituyen los diferentes tipos de transporte, de los cuales el mayor problema son los automóviles y autobuses que generan diariamente bastante monóxido de carbono y otros gases en menor cantidad.
- Fuentes de área: son una serie de pequeñas fuentes dispersas que específicamente no están definidas dentro de un inventario de emisiones por la complejidad que tienen, y que individualmente son capaces de emitir pequeñas cantidades de un contaminante dado, pero que colectivamente llegan a emitir cantidades grandes y significativas de diversos contaminantes.
- Fuentes naturales: que hacen referencia a los fenómenos naturales como las actividades volcánicas, puesto que la vida vegetal como animal se ven afectados directamente. Estas fuentes aportan grandes cantidades de contaminantes como el N_2O y metano.

4.4 Contaminantes atmosféricos

- Monóxido de carbono (CO): Es uno de los gases de combustión incompleta. “Este gas es incoloro, inodoro y venenoso, junto a los hidrocarburos y óxidos de nitrógeno constituyen un contaminante muy fuerte cuya fuente principal proviene de los gases emitidos de los motores de combustión interna es decir los automotores” (Gómez, 2015, p. 1). Este gas logra diluirse en el aire con facilidad y en los medios cerrados su concentración lo hace demasiado toxico

hasta mortal. En los automóviles los motores de combustión interna emiten monóxido de carbono al aire por lo que en las ciudades esta concentración es excesiva.

Efectos en la salud del (CO): El CO tiene una alta afinidad por la hemoglobina de la sangre, sustancia que se encarga de distribuir el oxígeno hacia los órganos y tejidos, cuando el oxígeno es desplazado por el CO puede dañar y afectar las alteraciones del flujo sanguíneo y el ritmo cardíaco y sin duda trae problemas a la salud como es dolores de cabeza, perturbaciones visuales, desmayos, vómitos hasta la muerte por asfixia; según como la persona sea expuesta a este gas (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2014). En personas que padezcan problemas cardiovasculares son más sensible y poco tolerables a la exposición de este gas, además que la emisión de CO produce efectos negativos hacia el ambiente de tipo interior y exterior, las altas concentraciones y las exposiciones constantes se generan principalmente en espacios cerrados y viviendas.

Óxidos de nitrógeno: Se utiliza el termino óxidos de nitrógeno (NO_x) para denominar la suma de NO y NO₂ y en menor cantidad otros óxidos de este elemento. MAE, (2014) afirma:

- Óxido nítrico (NO) es un gas incoloro que se genera por la reacción entre el N₂ y el O₂ del aire mientras los procesos de combustión. Se produce en forma natural y en cantidades superiores a las generadas por la actividad humana y el dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas fuertemente toxico de color pardo rojizo que da lugar a la lluvia acida, este se forma a partir del NO, cabe mencionar que tiene altas concentraciones y es muy reactivo. Su fuente es los gases de escape de vehículos de motor, generación de calor, explosivos y fábricas de fertilizantes. (p. 14)

Efectos en la salud del (NO₂): Los óxidos de nitrógeno en cantidades pequeñas en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, pulmones, y causar tos con falta de aliento acompañado de náuseas y cansancio. También puede producir una severa acumulación de líquido en los pulmones debido al ingreso y contacto con las vías respiratorias (García, 2016). Al respirar altos niveles de óxidos de nitrógeno provoca quemaduras, espasmos y dilataciones en los tejidos de la garganta haciendo que se reduzca la oxigenación de los tejidos del cuerpo y ocasiona el depósito de líquido en los pulmones y ocasiona la muerte.

- Dióxido de azufre (SO_2): El óxido de azufre que se emite a la atmósfera en altas cantidades es el anhídrido sulfuroso (SO_2) y en menor proporción es el anhídrido sulfúrico (SO_3). La sustancia que produzca combustión y contenga azufre llega a producir emisiones de SO_2 Y SO_3 , depende de la cantidad y condiciones de SO_3 para que reaccionen especialmente del 1 al 10 por ciento de los óxidos de azufre producidos. Katz (2011) afirma: El SO_2 es un gas incoloro, irritante formado por la combustión de combustibles fósiles, se disuelve con gran facilidad en el agua para formar ácido sulfuroso (H_2SO_3), el cual se oxida de manera lenta y forma el ácido sulfúrico (H_2SO_4) con el oxígeno del aire. Los óxidos de azufre pueden rápidamente acelerar la corrosión de los materiales cuando primero se forma el ácido sulfúrico en la atmósfera. (p.13)

Mientras que el SO_3 también es un gas incoloro, totalmente reactivo que logra condensarse fácilmente, en las condiciones normales este no se encuentra en la atmósfera en cantidades que sean totalmente significativas ya que reacciona a la humedad formando ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Efectos en la salud del (SO_2): Los efectos a la exposición al SO_2 causan afecciones respiratorias y en los pulmones causa debilitamiento en las defensas y hasta problemas cardiovasculares.” Puede llegar alterar el funcionamiento de los bronquios, afecta a las vías respiratorias, irritación ocular, las concentraciones altas cuando una persona se expone a este tipo de gas pueden producir lesiones crónicas” (MAE, 2016, p. 20). Muchos de los óxidos de azufre al encontrarse en contacto con la humedad de las mucosas conjuntiva y respiratoria constituyen ácidos agresivos los cuales forman irritaciones, inflamaciones y dolor superficial.

Los (SO_x) tienen la capacidad de penetrar la vía pulmonar convirtiéndose en un agente que irrita la parte del tracto respiratorio inferior. “Cuando se absorben estas partículas que se inhalan también se pueden llegar a disolver en pequeñas gotas que llegan a penetrar las vías respiratorias causando severas afecciones mortales” (García, et al.,2013). Por el mismo hecho de que estas partículas son pequeñas logran acumularse para oxidarse fácilmente.

- Partículas (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$): Se refiere a cualquier sustancia en fase líquida o sólida que esté presente en el aire como puede ser el hollín, polvos, aerosoles, humos o neblinas. La clasificación que incluyen a estas partículas son las partículas totales, partículas primarias,

partículas secundarias y partículas suspendidas (Mendoza, 2014 p. 19). Con relación al tamaño que es de 10 μm estas partículas pueden entrar sin dificultad a los alveolos pulmonares de las personas.

Las PM10 son una composición de partículas sólidas y líquidas (vapor) mismas que se hallan suspendidas en el aire, expuestas de manera directa desde la fuente (formación directa), a través de la polinización de las plantas e incendios forestales, a su vez se originan por la aglomeración de contaminantes gaseosos (SEMARNAT, 2013). Por fuentes antropogénicas (quema de combustibles, fertilización de campos agrícolas, creando así una compleja mezcla de partículas sólidas y vapores con sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión), conteniendo de manera común sustancias ácidas tales como sulfatos y nitratos.

Efectos en la salud de las Partículas (PM₁₀, PM_{2,5}): La capacidad que tienen las partículas de PM₁₀ de introducirse en el aparato respiratorio es por su pequeño tamaño, y como son partículas muy finas pueden llegar hacia los bronquiolos terminales y alveolos, por donde son fagocitadas por macrófagos alveolares por lo que, dañarían la barrera alveolo -capilar introduciéndose en la circulación sanguínea de los órganos (Oyarzún, 2010).

Linares y Díaz (2008) afirman. “En el caso de las PM_{2,5}, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo” (p.47). Estas partículas llegan afectar a grupos sensibles como son los niños, ancianos y personas que tengan problemas cardiacos, corren mucho más riesgo de ser expuestos a este contaminante.

Ozono (O₃): Es un gas que principalmente se constituye oxidante en la atmosfera este tiene dos funciones distintas ya sea donde se encuentra. Si lo encontramos en la estratosfera como O₃ este tiene la gran posibilidad de absorber las radiaciones UV que llegan del sol hacia nosotros las personas, mientras que el O₃ troposférico constituye un contaminante secundario que causa alteraciones en las personas debido a su toxicidad (Sánchez, 2012).

Ojeda (2006) afirma. “Este gas O₃ troposférico contaminante posee características como las de ser muy corrosivo e irritante, posee un color azulado y por ser un oxidante demasiado

fuerte es inestable, y solo es estable estando a altas temperaturas” (p.47). Este gas también es el componente perjudicial del smog fotoquímico.

Efectos en la salud del (O₃): Las altas concentraciones de ozono causan graves efectos a salud como la disminución de la función pulmonar, dolor en el pecho, asma, y daños en las vías respiratorias. Lantigua (2004) dice que otro de los efectos hacia la salud humana son las irritaciones en los ojos, irritación en los tejidos pulmonares porque daña e inflama las células que forman parte de la capa interna de los pulmones, y esto en pocos días se transforma en células dañadas que son remplazadas por células viejas desprendidas poco a poco de los tejidos. La duración y el volumen de aire que una persona inhale dependerá a que grado de exposición está el contaminante. (Whoforld, 2000) menciona: “Se ha logrado evidenciar que los jóvenes sanos cuando están expuestos a concentraciones bajas, durante ocho horas se hace evidente las difusiones pulmonares” (p.50).

4.5 Factores que afectan el transporte y dispersión de contaminantes

Molina y Jiménez (2015) afirman: “Para el transporte y dispersión de los contaminantes existen factores muy complejos que son las variaciones globales y locales del clima y así también las condiciones topográficas de la zona” (p.27). También factores como fuentes fijas, móviles y fenómenos sinérgicos que pueden llegar a producirse cuando se emiten al aire los contaminantes.

La concentración de contaminantes se relaciona con el tamaño de las fuentes de emisión, como también de las variaciones locales que desarrollan y favorecen a una gran capacidad de emisión y dispersión, estas variaciones principales son: el viento, turbulencia, altitud, temperatura y humedad (Cruz et al., 2015).

4.5.1 Factores meteorológicos

Viento: El viento es el movimiento horizontal de la atmósfera, la velocidad del viento afecta a la concentración de contaminantes en una determinada área o zona de estudio, debido a que, si mayor es la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes. Se debe tomar en cuenta que el viento es el que diluye y dispersa de manera rápida los contaminantes que se encuentren en un área adyacente (Astudillo, 2012).

Estabilidad atmosférica: Cuando las capas que están más cercanas al aire se llegan a enfriar rápidamente en relación a las capas que están lejos, lo que produce una gradiente positiva de temperatura con la altitud, esta situación hace que la capa que está más caliente se quede atrapada entre dos capas de aire frío sin circulación, debido a que la capa de aire frío está más cercana al suelo dándole una gran estabilidad a la atmosfera y al no haber una convección térmica, ni fenómenos de transporte y difusión de contaminantes, disminuye la velocidad de la mezcla vertical entre la región que existe entre las dos capas frías de aire, este movimiento constante genera condiciones inestables y dispersa el aire contaminado (Pérez,1998).

Bustos (2004) menciona que cuando el aire caliente está por encima del frío las condiciones son estables, ya que se inhibe la mezcla vertical y cuando se da la mezcla vertical o no se logra dar, los contaminantes van a permanecer en la zona baja y sus concentraciones son mayores.

En las condiciones meteorológicas la contaminación se puede observar mediante las variaciones de la calidad del aire en un lugar específico y diferentes días. Entre las principales variables meteorológicas que llegan afectar a la calidad del aire. Fierro (2013) menciona dos:

El transporte convectivo horizontal: este va a depender de la velocidad y dirección del viento. Determina el transporte en la zona que va ser contaminada porque a mayor velocidad hay mayor reducción de contaminación a nivel del suelo. Puede haber excepciones como las circulaciones cerradas de viento que hacen que los contaminantes de la atmosfera se incorporen a esta circulación y produzcan acumulación sucesiva de contaminantes, es decir aumento de concentración. Si existen vientos fuertes perpendicular a cimas montañosas, valles o edificios, se llega a impedir la dispersión de los contaminantes y se depositan en determinadas zonas. Y el transporte convectivo vertical: Las corrientes verticales al estar presentes en la atmósfera inestable o estable se hace una comparación entre el gradiente adiabático seco y el gradiente vertical del ambiente. Y el grado de inestabilidad dependerá de la magnitud de las diferencias entre gradientes verticales tanto ambiental como adiabático seco. (p.31)

Radiación solar: Influye en la formación de ozono y de contaminantes secundarios, permiten reacciones de vapores orgánicos con los óxidos de nitrógeno. Orozco (2008) indica la existencia de un fenómeno de inversión térmica cuando la temperatura del aire va aumentando con la altura esto hace que se produzca una acción limitante de dispersión de contaminantes. El aire va enfriándose desde el suelo hacia arriba logrando estabilidad lo que impide la propagación vertical de los contaminantes. En la noche se logra formar esta denominada inversión térmica y desaparece en la mañana donde la radiación solar calienta nuevamente el suelo y a las capas de aire que se encuentran en contacto.

4.5.2 Factores de emisión

Temperatura: En las masas de aire existen movimientos esto es debido a la densidad que tienen entre ellas y a su vez, pueden llegar a influir en la temperatura. Lo que condiciona los movimientos ascendentes o descendentes en una capa es la gradiente de temperatura. Si la temperatura es baja la dispersión del contaminante se vuelva más fácil y si la temperatura es alta impide la dispersión del contaminante (Cortés, 2002).

Precipitación: Vega (2009) afirma: “Este factor es beneficioso porque tiene la funcionalidad de lavar las partículas de los contaminantes del aire y minimiza que otras partículas provenientes de las actividades industriales o de construcción se dispersen a otra capa de aire” (p.234).

Turbulencia: Puede ser formada por el movimiento horizontal y vertical de la atmosfera, la turbulencia constituye una irregularidad del movimiento del viento y se distingue por el cruce de las trayectorias de masas de aire y por la superposición de una fluctuación irregular, aleatoria y no reproducible de la circulación media del viento (Ortiz, 2018).

Gracia y Espinoza (2015) menciona: “En dispersiones de tipo torbellino las capas más bajas de la troposfera forman un proceso de mezcla importante con lo que hacen que aumente la dispersión de los contaminantes” (p.15).

4.5.3 Factores topográficos

Orografía: Representación del relieve terrestre o elevaciones tomando en cuenta los rasgos externos de los mismos, influye en la cantidad de precipitación, nubosidad y viento de un

determinado lugar. Tiene un papel importante en el clima y los cambios que se desarrollan en diferentes lugares, porque la cantidad de montañas que exista en un lugar se verá muy influenciado las precipitaciones por el movimiento ascendente del aire, dando lugar a un proceso de condensación, también los picos de montañas que existen pueden facilitar la velocidad del viento (Morales, 2006).

Rugosidad del terreno: Son los accidentes geográficos que presenta una determinada área, puesto que la finalidad es definir la velocidad y dirección del viento. En un área de zona montañosa acompañada de una ciudad influye la dispersión de los contaminantes de una manera limitante por el relieve, pero dependiendo el tamaño del relieve los contaminantes poseerán mayor o menor espacio para poder dispersarse (Chávez, 2009). Por ejemplo, en una ciudad ubicada en un valle fluvial se quedará limitada por laderas de las montañas por lo que los contaminantes tendrán poco espacio y solamente dos direcciones para dispersarse. Dicho espacio es determinado por el ancho del valle y la altura de las laderas.

4.6 Modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos

El modelo de dispersión constituye un método donde se puede calcular la concentración de contaminantes a nivel del suelo y a diferentes distancias de la fuente. Estos modelos también utilizan protocolos matemáticos en función de una serie de parámetros meteorológicos, cantidad y velocidad de emisión del contaminante. Hoy en día las computadoras poseen un libre acceso a estos modelos que facilitan la representación compleja del transporte y dispersión de contaminantes en el aire (Jorquera, 2015).

Al momento de realizar un modelo del transporte y dispersión de contaminantes del aire se debe tomar y recopilar datos específicos del punto de emisión, la información debe tomar en cuenta la ubicación con coordenadas del punto de emisión, la cantidad y el tipo de contaminantes emitidos, condiciones de la chimenea como la altura, y factores meteorológicos como la dirección del viento. El modelo de dispersión como objetivo principal tiene la función de combinar los elementos que inciden en la calidad del aire, como condiciones atmosféricas, focos de emisión, influencia de la topografía y la situación de los receptores, con el propósito de que se generen medidas correctivas viables de manera técnica y económica (García, 2006).

Principales tipos de modelos de dispersión: Los principales modelos son en función de métodos matemáticos, físicos y estadísticos los cuales tienen que ver con la complejidad de ecuaciones relativas para fenómenos del transporte de masas de emisión, el tamaño de la fuente para representar las diferentes variaciones meteorológicas y la información estadística para satisfacer datos iniciales que generan información para la interpretación del modelo (Checa, 2015).

Todos los modelos de concentración también están basados en el balance de materia en el interior de un determinado volumen de aire, es decir:

$\frac{dc}{dt}$ = Velocidad de acumulación = velocidad de entrada - velocidad de salida + velocidad de creación - velocidad de destrucción.

Donde $\frac{dc}{dt}$ es la derivada de la concentración del contaminante en relación al tiempo se corresponde con la velocidad de acumulación del contaminante. Por lo que una derivada positiva va a indicar la acumulación del contaminante en la celda, ya que entra mucho más contaminante del que sale, y porque se crea más velocidad de la que se destruye. Los términos de creación y destrucción se deben a reacciones químicas y contaminantes que van a reaccionar muy despacio o muy rápido.

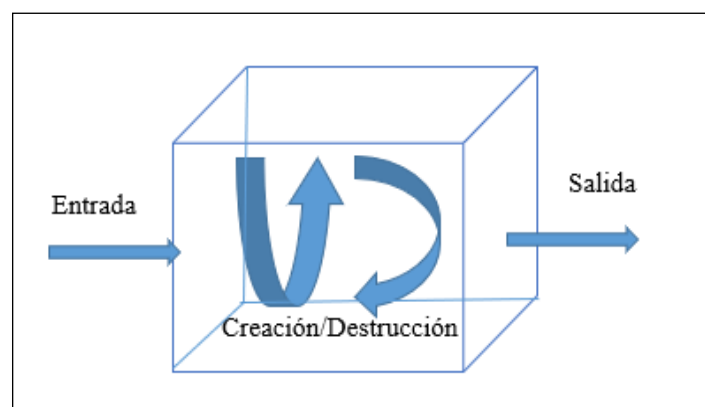


Figura 1. Fundamento de los modelos de dispersión.
Fuente: (Checa, 2015)

Nota: la Figura 1 representa el método de balance de materia donde la velocidad de acumulación de un contaminante dentro de un volumen de aire o celda depende del balance

de flujos tanto como de entrada y salida y de las reacciones químicas de creación y destrucción que se producen en el interior.

4.6.1 Modelos de celda fija

Es el modelo más sencillo, el cual permite obtener estimaciones de la concentración de contaminantes a nivel del suelo. Los contaminantes que se emiten a la atmósfera se mezclan uniformemente con el volumen de aire y puesto que, al utilizar este modelo, se establece de manera racional las dimensiones de la celda y periodo de tiempo de emisión. El tiempo y las dimensiones físicas de la celda se ponen en condiciones permanentes, es decir que las emisiones con la velocidad del viento y demás características del aire estén disponibles para encontrarse en una dilución el tiempo no cambia. El modelo hace referencia a que las emisiones se mezclan de manera completa e instantánea con el aire disponible para la dilución y el material que se va a emitir se queda en el aire de manera estable. Este modelo puede utilizarse para fuentes de contaminación atmosférica de un punto, puntos múltiples, para zonas lineales, o de tipo híbrido. La validez del modelo tanto como su utilidad es buena y también predice condiciones extremas. (Sbarato et al., 2007).

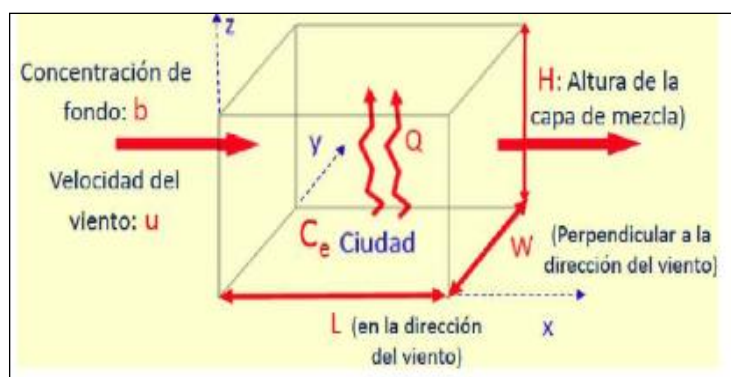


Figura 2. Modelo de celda fija y sus variables.

Fuente: (Suárez, 2018)

Nota: la Figura 2 representa las principales variables que aplica este modelo que son las siguientes: La turbulencia atmosférica hace que el contaminante se mezcle con la altura de la capa de la mezcla (H). No existe una mezcla por encima de esa altura, entonces se asume que la concentración es homogénea, donde (C_e) representa todo el volumen del aire de la celda y la concentración de fondo del contaminante (b) representa la contribución del entorno y

equilibrio de toda la celda. La tasa de emisión por unidad de área (Q), es constante por lo que no varía con el viento. No entra ni sale ningún contaminante por los lados perpendiculares ni por el lado superior a la dirección del viento. El contaminante se encuentra estable siempre y cuando en la atmósfera la única fuente sean las emisiones. (Checa, 2015)

4.6.2 Modelos Gaussianos

Es el modelo más antiguo, pero más usado para la dispersión de contaminantes en fuentes puntuales como las chimeneas industriales. Es básicamente suponer que la pluma de un efluente presenta distribución normal o de Gauss de las diferentes concentraciones en relación al entorno y dirección del viento, los modelos con penachos constituyen la estocástica de la turbulencia y la dispersión del contaminante permitiendo que sean fáciles de programar en un sistema informático. En los penachos se asume que la distribución del contaminante dentro de la nube alcanza una distribución de Gauss en dos direcciones tanto de anchura como de altura (Villar, 2017).

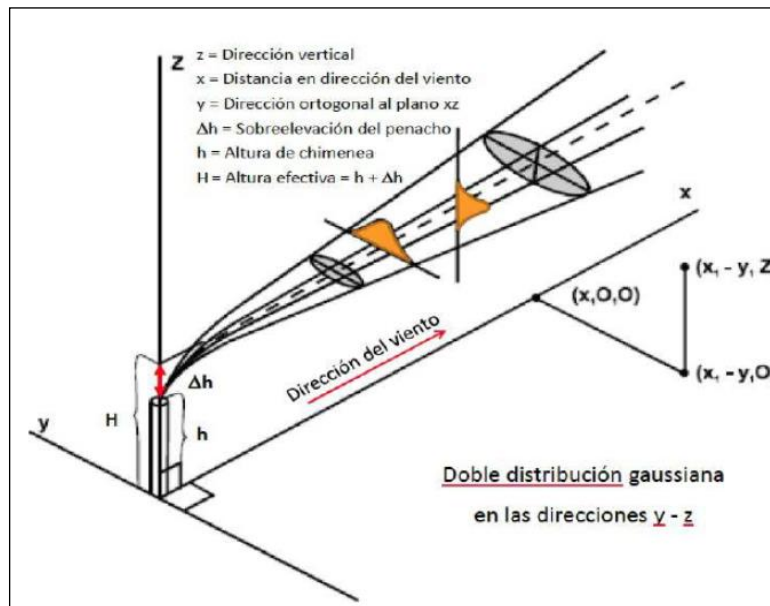


Figura 3. Representación de la pluma Gaussiana.

Fuente: (Cabrera, 2012)

Nota: la Figura 3 muestra las variables del modelo que comprenden (H) que es altura desde donde inicia la pluma de concentración, (h) que representa la altura de la fuente o chimenea, (Δh) la sobre elevación del penacho. Y los coeficientes de dispersión que son $(x, 0, 0)$, $(x, -$

y, z) y (x, -y, 0) dan lugar a la dispersión lineal y vertical e indican la cantidad de dispersión inicial.

4.6.3 Modelos Combinados

Son modelos que específicamente se utilizan para estimar concentraciones en ciudades y regiones definidas, su funcionalidad es que dividen el volumen total del aire en las pequeñas celdas donde se almacena de forma numérica las diferentes concentraciones de contaminantes. Este modelo pone en referencia e importancia la estabilidad de los contaminantes, así como los diferentes flujos de materia que pasan de una celda a otra. Una de las ventajas de este modelo es que se puede introducir reacciones químicas, y la desventaja es que se necesita conocer una amplia serie de datos (Tavara, 2014).

4.6.4 Modelo Lagrangiano

El modelo Lagrangiano es un modelo matemático que sigue la trayectoria aleatoria de contaminación de un penacho en parcelas o dispersión de partículas. Vicéns (2016) refiere que el modelo también llega a calcular la dispersión de los contaminantes en el aire mediante la estadística de trayectorias que contengan un gran número de partículas de penacho junto con el contaminante que se haya producido. El movimiento de partículas que se da desde la ubicación inicial constituye una referencia acorde para el modelo.

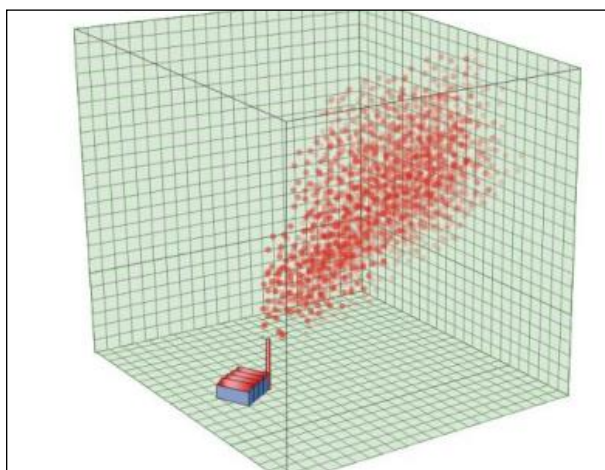


Figura 4. Modelo de dispersión Lagrangiano con dispersión de partículas.
Fuente: (Aleman, 2014)

Nota: la Figura 4 muestra la representación de la forma que adquiere la pluma de concentración y la dispersión de partículas dentro de la celda tridimensional.

4.6.5 Modelos Eulerianos

El modelo Euleriano es semejante al modelo Lagrangiano porque sigue el movimiento de bastantes partículas del penacho desde la posición inicial donde comienzan a moverse. El modelo integra ecuaciones matemáticas generando información temporal de la concentración del contaminante en sus tres dimensiones dentro de una grilla o malla que está definida por puntos con un espacio horizontal y vertical. La diferencia que existe entre los dos modelos es que el modelo Euleriano maneja una referencia tridimensional cartesiana fija, en cambio el modelo Lagrangiano utiliza una referencia móvil (SEA, 2012).

4.7 Importancia de los modelos de dispersión

Los modelos de dispersión son necesarios para la prevención, mitigación y cuantificación de las emisiones atmosféricas que se generan diariamente a la atmósfera, cuyo impacto ambiental se modela o interpreta mediante representaciones de las características del medio emisor, difusor, y receptor tomando en cuenta una interrelación espacial como temporal del lugar a estudiarse. Muñoz, Contreras, y Molero (2018) afirman:

La finalidad que abarcan los modelos de dispersión está relacionada con la recopilación de datos que se obtenga, así como la información de las diferentes condiciones meteorológicas para que el modelo funcione correctamente por lo tanto estos modelos son instrumentos que tienen gran utilidad en los siguientes problemas:

- Para las evaluaciones de los impactos ambientales generados por las emisiones atmosféricas que llegan a producirse desde focos localizados o difusos existentes o previstos.
- Mejoramiento en las alturas de las chimeneas grandes y medianas para infraestructuras industriales.
- Planificación urbana y elaboración de proyectos con estudios a fondo.
- Pronósticos acerca de la contaminación atmosférica.
- Controles mediante diseños de redes en la calidad del aire.

- Comparación de datos entre diferentes años sobre los niveles de emisiones que se han dado.
- Prevención mediante programas de manejo sobre la contaminación atmosférica. (p.81)

4.8 Modelo de dispersión HYSPLIT

HYSPLIT representa un sistema completo que puede calcular la trayectoria simple de partículas de contaminantes que están en el aire, y la trayectoria compleja que contiene el transporte, dispersión, transformación química y deposición. Este modelo es el más usado por toda la comunidad de ciencias atmosféricas por la gran utilidad de su función de transporte y dispersión de contaminantes. El servicio de HYSPLIT esta proporcionado y evaluado por el Laboratorio de Recursos Atmosféricos con sus siglas en inglés (Air Resources Laboratory- ARL) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Atmospheric and Oceanic Administration- NOAA) de Estados Unidos (NOAA, 2019).

4.8.1 Utilidad e importancia

Su análisis de trayectoria determina el origen de las masas o partículas de aire que se van a establecer desde las relaciones de la fuente y el receptor. HYSPLIT es utilizado para determinadas simulaciones que representan el transporte atmosférico, la dispersión, y la deposición de contaminantes. Vivanco et al. (2007) mencionan otras utilidades que son:

El análisis que contiene el pronóstico y seguimiento de la liberación del material radioactivo, deposición, humo de incendios forestales, polvo arrastrado por el viento, y los contaminantes de las diferentes fuentes de emisión móviles, estacionarias, alérgenos y hasta cenizas volcánicas. (p.4)

4.8.2 Funcionamiento

El método de cálculo que utiliza HYSPLIT es un híbrido con el método Lagrangiano, que tiene una referencia con los cálculos de advección y difusión dependiendo de las trayectorias y como se muevan las partículas desde un punto inicial, también tiene que ver

con la metodología Euleriana que por medio de una cuadrícula tridimensional fija se podrá calcular las concentraciones de los contaminantes en el aire. El modelo de HYSPLIT cuenta con un sistema que abarca a los contaminantes transportados, dispersos, y los que están depositados por medio de escalas tanto locales, regionales hasta globales (NOAA, 2019).

Para estimar la dispersión de un contaminante mediante el modelo HYSPLIT es necesario calcular la dispersión de partículas, con un número fijo de partículas dado alrededor del modelo y por medio del factor meteorológico en este caso el viento se extiende por un componente de turbulencia y la configuración que va a predeterminar el modelo o el usuario va a generar una distribución de partículas.

4.8.3 Acceso

El modelo se lo ejecuta de manera fácil en el sitio web, sin necesidad de descargarlo solo ingresando a la página y accediendo a la información que presenta, se llenan los campos que se requieren, y la información meteorológica se escoge en el programa con archivos pronosticados esto es para usuarios sin registro o que no cuentan con un código ejecutable mientras que para la versión de usuarios ya registrados se tiene un usuario y contraseña donde les permite obtener sus propios datos meteorológicos es decir subirlos al programa como archivo y sin restricciones (Troposfera, 2005). Los resultados obtenidos se presentan de manera inmediata y en diferentes formatos para facilidad de interpretación del usuario.

4.9 Modelo Meteorológico WRPLOT View

Es un programa operativo que genera estadísticas y representaciones de gráficos de rosa de vientos por medio de datos meteorológicos en diferentes formatos. La rosa de vientos constituye una frecuencia de ocurrencia de los vientos en cada sector donde la dirección del viento, la velocidad y tiempo sean especificados para una determinada ubicación. (Lakes Environmental, 2016, p.1)

WRPLOT View contiene datos guardados en archivos con diferentes formatos como SAMSON el más principal para trabajar en celdas de Excel, SCRAM, CD144 y ISC para datos meteorológicos que se van a procesar con anticipo. Las rosas de vientos son

representadas en el programa con varias opciones de color, se pueden crear tablas de distribución y estabilidad de las clases de vientos que existen (Ramírez y Vivanco, 2007).

Las funciones del programa son principalmente la creación de una rosa de vientos, opciones y herramientas para diseñar o mejorar la rosa de vientos utilizando colores y fuentes de estilos para letras o líneas que sean necesarias resaltar, permite revisar errores, automáticamente guarda las clases de vientos para un uso posterior, se importa fácilmente desde Excel y se obtienen vectores resultantes del proceso. El modelo de rosa de vientos también se utiliza para interpretar y plasmar la distribución en horas de los eventos de la lluvia, llovizna helada y hasta granizo mediante las estaciones ubicadas en distintos puntos de cada ciudad o región a nivel global, y que tiene la finalidad de explicar la máxima y mínima concentración en cuanto al clima (Enríquez, 2015).

La rosa de vientos se utiliza para representar la dirección de transporte dominante de los vientos en un área. Gomáriz (2015) menciona que la distribución de los contaminantes en la atmósfera requiere del conocimiento de la frecuencia, dirección, distribución y velocidad del viento, el diagrama de rosa de vientos determina el comportamiento de contaminantes dentro de puntos medios con los que se consigue la procedencia y dirección del contaminante.

4.10 Elaboración de un Plan de Manejo

El plan de manejo funciona como un instrumento que contiene un conjunto de programas, procedimientos, actividades, prácticas y acciones que están orientadas a prevenir, mitigar o controlar los impactos y efectos ambientales negativos que generan diferentes actividades (Pichardo, 2017). También incluye el seguimiento y monitoreo según la naturaleza del proyecto.

El plan de manejo constituye una herramienta dinámica que varía con el tiempo, y que debe estar informado y actualizado para mejorar los procedimientos que se vayan implementando y que principalmente el promotor del proyecto o actividad deberá mantener un compromiso firme enfocado en el mejoramiento continuo de varios aspectos ambientales y operaciones que contenga el proyecto obra o actividad (Villamil, 2017).

El PMA tiene una parte denominada alcance del proyecto que es fundamental para que en un proyecto se determine y se cumplan de manera clara los objetivos que se intentan alcanzar en el desarrollo del proyecto, y que el desempeño de ello genere la culminación exitosa del proyecto (Martínez, 2009).

4.10.1 Estructura del PMA

El Plan de Manejo contiene específicamente los siguientes programas que son adecuados en relación al estudio con la calidad del aire.

Programa de prevención y mitigación de impactos: La prevención comprende medidas y acciones solicitadas por los procesos de planificación, construcción, operación y mantenimiento para poder evitar un efecto ambiental. La mitigación comprende el diseño y ejecución de obras o medidas que van dirigidas a disminuir los impactos negativos que la actividad genere sobre el ambiente natural o el ser humano (Chávez, 2015). El objetivo principal de este plan es proponer un conjunto de medidas preventivas y correctivas las cuales ayuden a minimizar los impactos negativos que pueda tener un proyecto.

Programa de contingencias y emergencias: Es la primera respuesta ante las situaciones de emergencia que podrían darse en las etapas del proyecto, debido a que pueden poner en riesgo el ambiente y seguridad tanto del personal como las acciones de procesos administrativos. El objetivo de este plan es tener una respuesta inmediata a los procedimientos y acciones para prevenir y responder los riesgos y emergencias que el proyecto este adquiriendo en sus diferentes actividades (Rodríguez, 2016).

Programa de Medidas Compensatorias: Este plan permite evitar y reducir el número de accidentes y enfermedades que puedan presentar el personal, con la finalidad de que la seguridad abarque el bienestar y ambiente seguro en un determinado lugar o área (Ñaupari, 2016). Esto también contempla la información a la cual todos deben estar capacitados y el grado de responsabilidad sobre cómo manejarlo.

Programa de comunicación, capacitación, y educación ambiental: Salazar y Emperatriz (2017) mencionan que es fundamental el programa de capacitación para todo proceso en desarrollo, ya que este asegura que todo el personal que este laborando se encuentren

informados y conozcan las diferentes acciones que se deberían aplicar en seguridad y protección ambiental, con la finalidad de que se eviten impactos al ambiente y riesgos que afecten la integridad física de los trabajadores.

Programa de relaciones comunitarias: Suárez (2014) indica que el programa de relaciones comunitarias es donde se establecen mecanismos y principios sociales que van administrados conjuntamente con la población aledaña o con los actores que reciben un servicio brindado por la actividad o proyecto, en el proyecto la comunidad del área de influencia tiene que ser informada de las características relacionadas a impactos positivos y negativos, beneficios, y sobre la implementación del plan de manejo.

Programa de monitoreo y seguimiento ambiental: Rosas (2015) menciona que el programa de monitoreo y seguimiento es donde se verifica y controla el cumplimiento en base a los objetivos planteados, y la evidencia de cómo se aplicaron las medidas planteadas en el manejo de cada una de las actividades propuestas, manteniendo su respectiva retroalimentación para la toma de decisiones.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

- Aparato analizador portátil de emisiones de gases de combustión E1100
- Medidor de concentración de dióxido de carbono CO₂ ALNOR 8610
- Anemómetro Kestrel 1000
- GPS map GARMIN
- HYSPLIT modelo de dispersión de contaminantes on-line de NOAA
- Software WRPLOT View 8.0.2
- Software ARCGIS 10.3
- Cámara de celular
- Computadora
- Datos meteorológicos del INAMHI
- Libreta de apuntes
- Esfero
- Flexómetro

5.2 Metodología para la Elaboración del Diagnóstico

Las metodologías empleadas en esta investigación fueron: descriptivo, analítico, integrativa, observacional, cualitativo como cuantitativo, y bibliográfico para dar cumplimiento a los objetivos de investigación se desarrollará los siguientes procedimientos.

5.2.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio

Se procedió a realizar recorridos por la zona urbana de la ciudad de Ibarra comprendiendo solamente las parroquias de Alpachaca, el Sagrario y San Francisco, por la mayor visibilidad de tráfico y congestión vehicular que existe en sus diferentes calles. Para ello se empleó el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que especifica la localización de un determinado punto mediante coordenadas geográficas.

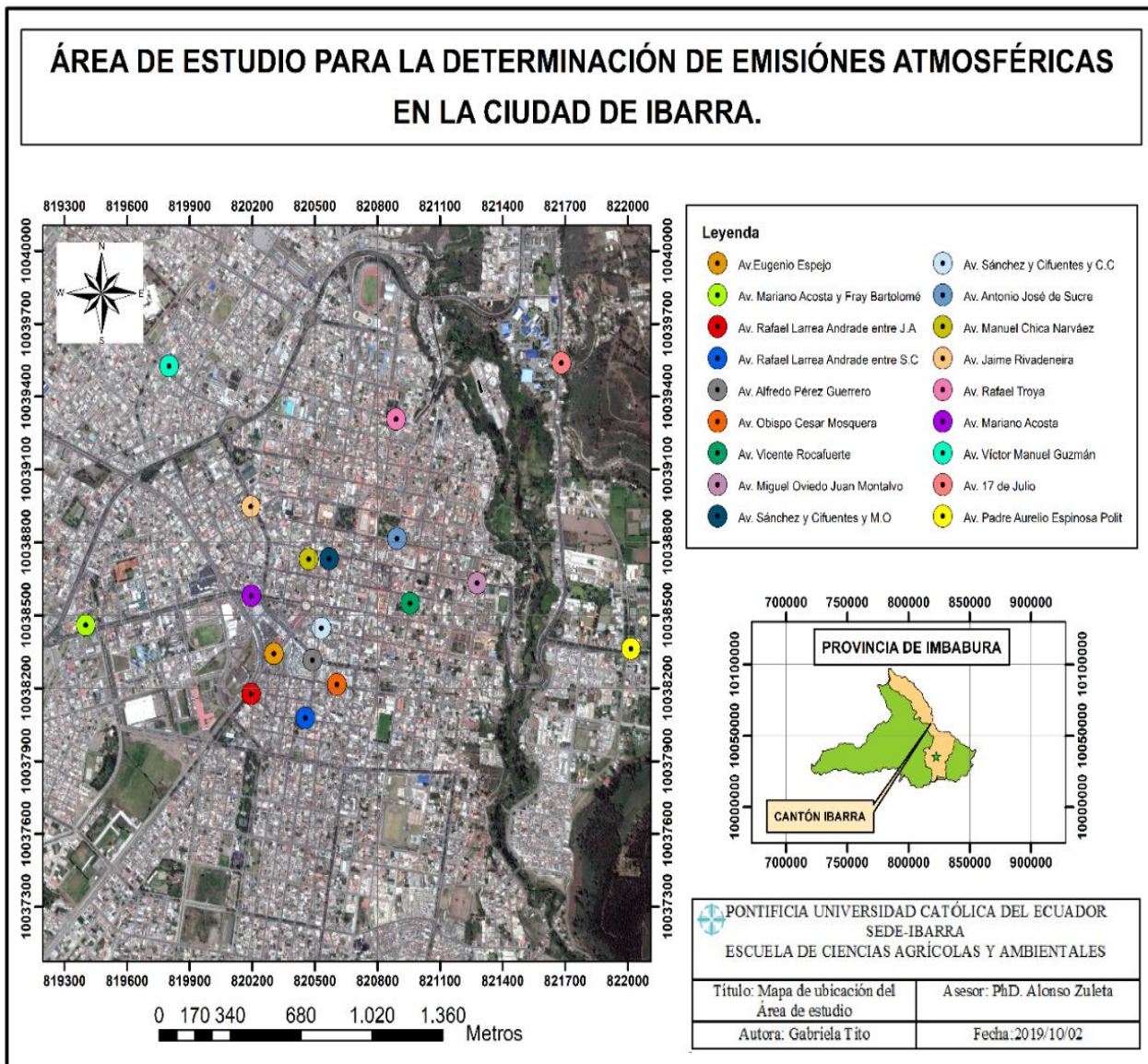


Figura 5. Mapa de la Ubicación del Área de Estudio.
Elaborado por: El Autor

5.2.2 Elaboración de mapas cartográficos

La información cartográfica utilizada será mediante los Shapefiles (SHP) Actualizados 2010 que conjuntamente con los puntos georreferenciados podrán ser digitalizados en el Programa ARCGIS 10.3, en el cual se utilizará el Sistema de Proyecciones WGS84 zona 17S.

5.2.3 Caracterización del Área

Se utilizó la información del documento del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Ibarra 2015-2023 que será descargado mediante una página web. Recolectando así información para la línea base de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico que complementan también la estructura de elaboración del Plan de Manejo.

5.3 Metodología para la aplicación del modelo de dispersión HYSPLIT

5.3.1 Recopilación de Datos Meteorológicos

Se recopiló información meteorológica mediante la base de datos del INAMHI, específicamente de la estación meteorológica M1240 de la ciudad de Ibarra, para lograr este fin se pedirá la colaboración a los encargados de la institución mencionada mediante una solicitud.

5.3.2 Software WRPLOT View

El programa que se utilizó fue el WRPLOT View 8.0.2 siendo un software complejo pero fácil de entender y manejar, fue diseñado para generar estadísticas y representaciones de gráficos de rosa de vientos por medio de datos meteorológicos en diferentes formatos permitiendo la función de orientación del viento desde donde inicia hacia donde se dirige.

Para poder aplicar este modelo luego de obtener y ordenar los datos meteorológicos proporcionados por el INAMHI, se procederá a ingresar los valores mediante un listado de tablas que se elaborarán en Excel con los respectivos parámetros.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	2019	2	23	1	90	1,52	0,05	
3	2019	2	23	2	360	1,52	0,05	
4	2019	2	23	3	360	1,52	0,05	
5	2019	2	23	4	360	1,52	0,05	
6	2019	2	23	5	45	1,52	0,05	
7	2019	2	23	6	315	1,52	0,05	
8	2019	2	23	7	315	1,52	0,05	
9	2019	2	23	8	315	1,52	0,05	
10	2019	2	23	9	315	1,52	0,05	
11	2019	2	23	10	315	1,52	0,05	
12	2019	2	23	11	315	1,52	0,05	

Figura 6. Archivo de Excel con los Datos Meteorológicos
Elaborado por: El Autor

Para ingresar los datos meteorológicos al programa y realizar la Rosa de Vientos se introduce en un archivo Excel, la información sobre el año, día del mes, número del mes, hora, grados de la dirección del viento, velocidad del viento y precipitación.

#	Data Field Name	Excel Column Name	Missing Indicator in Excel File	Unit in Excel File	Number Type
1	Year	A		N/A	YY, YYYY
2	Month	B		N/A	1 to 12
3	Day	C		N/A	1 to 31
4	Hour	D		01 to 24	00 to 23, 01 to 24

Excel File	SAMSON File	A	B	C	D	E	F	G
1	2019	4	12	1	90	1,4	0	
2	2019	4	12	2	90	1,4	0	
3	2019	4	12	3	90	1,4	0	
4	2019	4	12	4	360	1,4	0	
5	2019	4	12	5	360	1,4	0	
6	2019	4	12	6	45	1,4	0	
7	2019	4	12	7	45	1,4	0	
8	2019	4	12	8	315	1,4	0	
9	2019	4	12	9	315	1,4	0	
10	2019	4	12	10	315	1,4	0	

Figura 7. Llenar los Campos de Información
Elaborado por: El Autor

Los datos de Excel se suben al programa y se realizó los siguientes pasos:

- Campos de información (Data Fields): se ubicarán los datos de Excel dependiendo de las columnas y el nombre del campo a que corresponde. Es decir, en la columna A se ubica el campo año, entonces ubicamos la letra A y así con los demás campos.
- Información de la estación (Station Information): indicará que se debe ubicar el número de la estación meteorológica, la ciudad, el estado o país, la latitud, longitud, zona horaria, entre otros.
- Ubicando la información requerida se hará clic en el icono amarillo en forma de rayo, el cual representa el archivo SAMSON que se basa en el reloj de 24 horas generando otro archivo necesario para ingresar al programa.

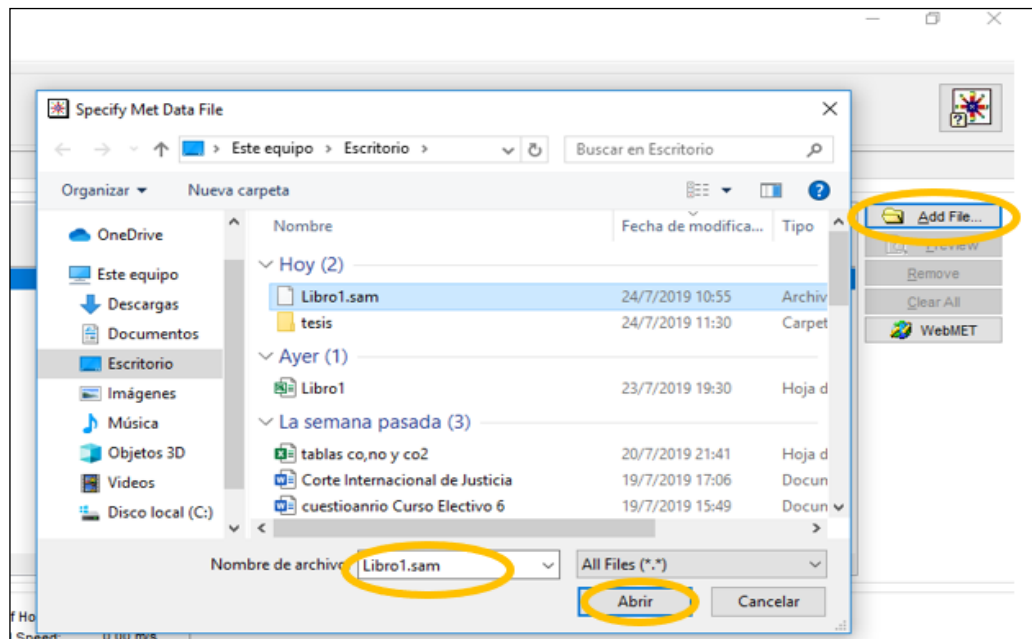


Figura 8. Formato SAM
Elaborado por: El Autor

- En la ventana principal del programa se seleccionará Add File para subir el archivo formato SAM, y se crearán para todas las fechas que se vaya a realizar.

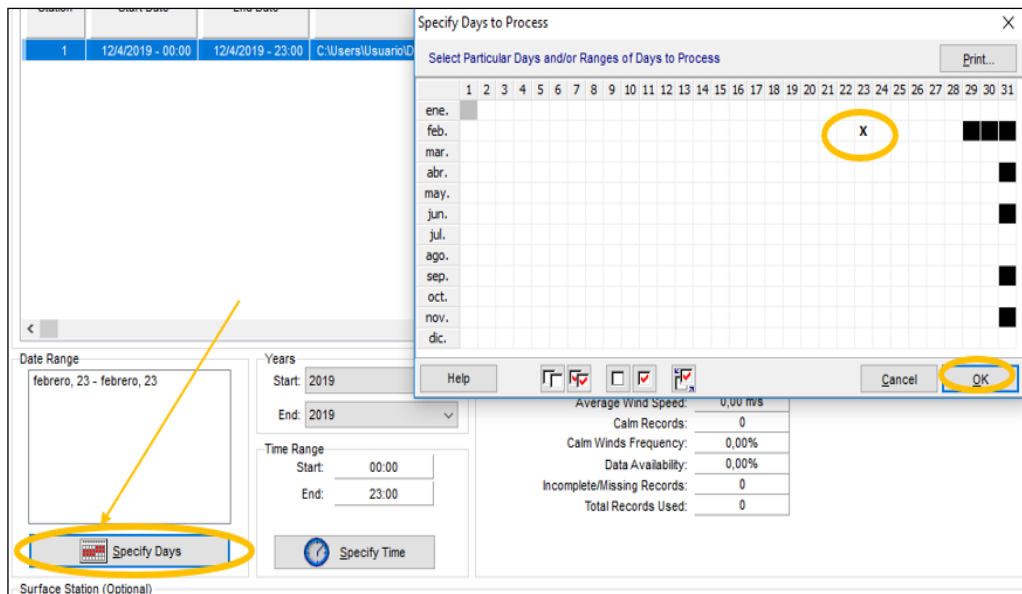


Figura 9. Panel de Rango de Fechas
Elaborado por: El Autor

- Seguidamente se especificó los días, en el icono en forma de cuadrícula y se marcó las fechas con una X.

5.3.3 Modelo HYSPLYT

El programa que se utilizó fue el HYSPLIT siendo un programa en línea fácil de ingresar sin ninguna restricción hacia los usuarios, fue diseñado para ejecutar trayectorias, dispersiones complejas, concentraciones y acumulaciones de contaminantes que están en el aire. Permitiendo visualizar una pluma de concentración a una distancia considerable.

Para poder aplicar este modelo de dispersión luego de haber obtenido y organizado en tablas los resultados de las emisiones de CO, NO y CO₂ en los sitios establecidos, se procedió a realizar los siguientes pasos:

Release Type: Unknown Material (Generic Mass, < 24 hrs) More info ▶

Meteorology: GDAS (1 degree, global, 2006-present) More info ▶

Source Location (enter using one of the following methods):

Click a location on the map or select from below:

Decimal Degrees Latitude: 0.3524722 N Longitude: 78.1102931 W
 DDD/MM/SS Latitude: Deg. Min. Sec. N Longitude: Deg. Min. Sec. W
 City (Country or State; name: lat: lon):
 Airport or WMO ID (i.e., dca): ID Lookup

Next>

Figura 10. Parámetros de primera entrada
Elaborado por: El Autor

En el primer paso se indicó los primeros datos de entrada que forman parte de la ubicación y meteorología con las siguientes opciones:

- Tipo de simulación (Release Type): si la simulación que se realizó es a más de 24 horas de duración se escogió la opción Unknown material (Generic Mass -long duration) que significa material desconocido de masa genérica duración prolongada, pero si la simulación es menor a 24 horas, se elegirá la opción Unknown material (Generic Mass, < 24hrs) en este caso se escogió esa opción, debido a que la toma de datos se realizará en tres horarios distintos en intervalos de una hora y media que al día en total resultan 4 horas y media.
- Meteorología (Meteorology): seleccionando la opción GDAS (Sistema de Asimilación de Datos Globales) utilizado por el Centro de Predicción Ambiental Nacional (NCEP, por sus siglas en inglés) del modelo del Sistema de Previsión Global (GFS). Esta opción (1 degree, global, 2006-present) generará más exactitud y mejores imágenes.

- Ubicación de la fuente (Source Location): Se presentará un mapa el cual puede dirigir exactamente al sitio que se desea puntualizar. En este caso se ubicarán los puntos de estudio específicos.

Figura 11. Configuración de Archivos Meteorológicos
Elaborado por: El Autor

En el segundo paso se especifica la información meteorológica:

- Elegir un archivo Meteorológico archivado (Choose an archived meteorological file): Se escogió entre las opciones la fecha exacta del día que se realizó la toma de datos.
- Deposición (Deposition): esta opción corresponderá a la deposición seca y húmeda de los contaminantes, pero en el caso de estudio no se utilizará esta opción.
- Opciones avanzadas (Advanced options): constituye parámetros de modificación para la disposición seca y húmeda de contaminantes, pero en este caso se seleccionó la opción NO porque no se va hacer uso de ella.

Model Run Details

The archived data file (GDAS1) has data beginning at 02/22/19 0000 UTC.

Source Term Parameters

Dispersion direction: Forward Backward (Change the default start time!) [More info](#)

Release starting time (UTC): [More info](#)
 Current time: 22:18
 year: 19 month: 02 day: 22 hour: 12 minute: 0

Source latitude: 0.352118 degrees [More info](#)

Source longitude: -78.110776 degrees (West is negative) [More info](#)

Release top: 3 meters AGL [More info](#)

Release bottom: 3 meters AGL

Release quantity: 6.67e-05 g [More info](#)

Release duration: 1 hour(s) 30 minutes [More info](#)

Figura 12. Parámetros de la Fuente
Elaborado por: El Autor

En el tercer paso se ingresarán los datos correspondientes a las características de emisión de los contaminantes:

- Dirección de la dispersión (Dispersion direction): se seleccionará la opción Forward porque indicará hacia donde se dirigen los contaminantes.
- Tiempo de inicio de la hora (Release starting time (UTC)): automáticamente aparecerá especificando la fecha el año, mes y día; la cual es base para la configuración meteorológica. Se ajustará la hora a la zona horaria UTC -5.
- Latitud y longitud de la fuente (Source latitude y longitude): serán específicamente las coordenadas.
- Altura de la fuente (Release top): se colocó la altura de la fuente que será el dato en metros tomado desde el suelo hacía el final del tubo de escape de un bus.

- Altura desde donde los gases empezaron a emitirse (Release bottom): será el dato de 3 metros, ya que el tubo de escape es la fuente por donde salen los gases contaminantes.
- Taza o cantidad de emisión del contaminante (Release quantity): se deberán ingresar cada uno de los resultados obtenidos en el promedio total en unidades de (g/s) de cada uno de los tres puntos de estudio, cuyos valores serán ingresados uno por uno al programa para obtener distintas variaciones en la distribución de los tres contaminantes (CO₂), (NO) y (CO) en los tres puntos de estudio.
- Tiempo de duración (Release duration): es el tiempo que durará la toma de datos de las emisiones, en este caso se colocará una hora y media en horarios de la mañana, medio día y tarde.

Figura 13. Opciones de salida de los datos
Elaborado por: El Autor

En el cuarto paso, el programa nos presentará opciones de pantalla y de salida donde se visualizarán los resultados en diferentes formatos las opciones son las siguientes:

- Salida de las gráficas (GIS output of contours): seleccionando la opción de Google Earth para fácil visualización.

- Resolución de la imagen (Plot resolution): automáticamente el programa seleccionará un valor de resolución para que la imagen tenga visualización clara.
- Factor de acercamiento (Zoom factor): permitirá acercar la pluma de concentración, dejando el valor en cero (0) porque entre más se lo acerque varían los valores de superposición de círculo de distancia de la ubicación.
- Superposición del círculo de distancia (Distance circle overlay): en esta opción se pondrá la opción ninguna porque no se necesitan más intervalos en cada círculo de la dispersión y la distancia de kilómetros entre cada uno de los círculos y solamente se ajustará automáticamente al programa.
- Fronteras del estado (U.S. county borders): esta opción se pondrá NO porque no corresponderá a lo que necesitamos.
- Archivo Postscript (Postscript file): esta opción seleccionará NO ya que no es necesario para la investigación.
- Crear archivo PDF de gráficos (Create PDF file of graphics): se escogerá la opción SI para que todos los datos y graficas de salida se observen de una manera más fácil.

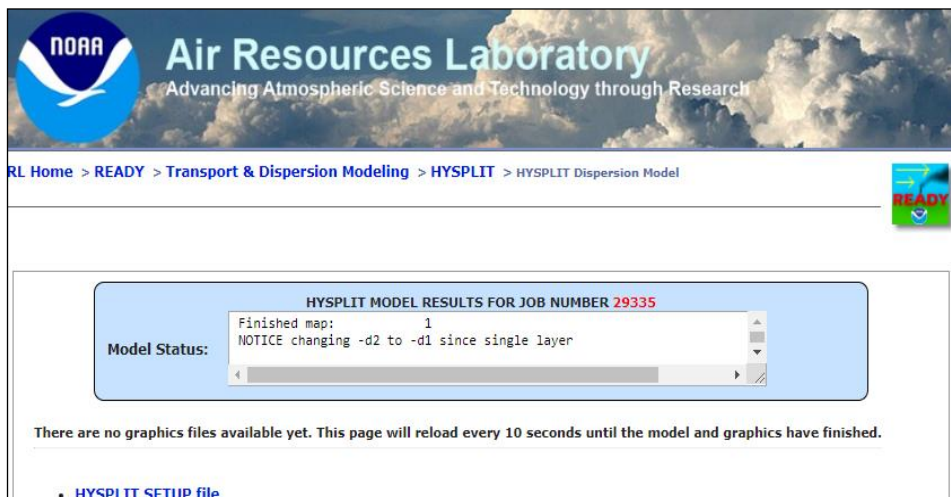


Figura 14. Estado del modelo y los resultados corriendo o ejecutándose
Elaborado por: El Autor

En el último paso, el programa empezará a correr seleccionando la opción Request Dispersion Run y se obtendrán los gráficos de resultados.

5.4 Metodología para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

5.4.1 Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo será la representación esquematizada de una recapitulación del trabajo de investigación para que el lector tenga conocimiento de todo lo que se incluirá en este Plan de Manejo Ambiental.

5.4.2 Línea Base

Para realizar la línea base del Plan de Manejo Ambiental se realizó una revisión bibliográfica del documento Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Ibarra 2015-2023, este servirá para la obtención de información de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos.

5.4.3 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental

Con la propuesta del Plan de Manejo Ambiental se busca mitigar, eliminar, y compensar los efectos causados al medio por la actividad de emisión de gases por medio de las fuentes móviles en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, tomando en cuenta que los objetivos sean claros, alcanzables, medibles y evaluables para que en lo posterior este Plan de Manejo Ambiental pueda ser ejecutado sin inconvenientes.

5.4.4 Política Ambiental

La política ambiental de este Plan de Manejo ambiental será integrada con una visión a largo plazo, en relación a los resultados obtenidos en el diagnóstico del impacto ambiental.

5.4.5 Identificar la Misión y Visión

Para el planteamiento de la misión se tomará muy en cuenta lo que buscamos con la propuesta del Plan de Manejo Ambiental, el motivo esencial con el que se hace esta investigación y el área a la cual se intenta influir. Para el planteamiento de la visión se deberá proyectar una imagen que intente llegar a futuro, las acciones que se deberán tomar a corto plazo, y las diferentes actividades a las que se intentará llegar a largo plazo.

5.4.6 Identificación de Impactos

Para realizar la identificación de impactos ambientales producidos por la actividad de emisión de gases por medio de las fuentes móviles en la zona urbana de la ciudad de Ibarra se aplicará la Matriz de Leopold que permitirá identificar los impactos al medio social y natural.

5.4.7 Valoración de Importancia del Impacto

Mediante una clasificación para cada uno de los parámetros estudiados en la zona urbana de la ciudad de Ibarra relacionado a las emisiones atmosféricas de las fuentes móviles se realizó la metodología de Criterios Relevantes Integrados, mediante parámetros de extensión, duración y reversibilidad con una ponderación del 1 al 10.

Tabla 1.

Valoración de impactos ambientales

Parámetro	Criterio	Escala	Valor
Extensión	Determina el área espacial o geográfica de influencia que tiene el impacto.	Puntual	1,0
		Particular	3,0
		Local	5,0
		Regional	7,0
		Global	10,0
Duración	Se refiere al tiempo que va a permanecer el efecto en el ambiente, ya sea a corto o largo plazo.	Eventual	1,0
		Temporal	3,0
		Periódica	5,0
		Recurrente	7,0
		Permanente	10,0
Reversibilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstruir o asimilar las condiciones del entorno.	Fugaz	1,0
		Recuperable	3,0
		Mitigable	5,0
		Irreversible	7,0
		Irrecuperable	10,0

Fuente: (Conesa, 2011), Elaborado por: El Autor

Para determinar la Importancia en la matriz de impacto se aplica en la siguiente fórmula

$$Importancia = (We \times E) + (Wd \times D) + (Wr \times R)$$

Siendo:

Importancia: Valor de Importancia del impacto

E: Valor del criterio de extensión

We: Peso del criterio de extensión

D: Valor del criterio de duración

Wd: Peso del criterio Duración

R: Valor del criterio Reversibilidad

Wr: Peso del criterio Reversibilidad

En vista de que todos estos criterios son de igual importancia se asignan los siguientes valores:

Wr= 0.35

Wd= 0.30

We=0.35

(Londoño, 2015).

5.4.8 Magnitud de Impacto

La magnitud del impacto se refiere a cómo afecta el factor ambiental y como actúa sobre este y sus respectivas consecuencias en relación a la baja intensidad donde no es necesario acciones mitigantes o correctivas, y a la alta intensidad donde es necesario e indispensable tomar acciones inmediatas para poder mitigar el impacto (Aguilar, 2015).

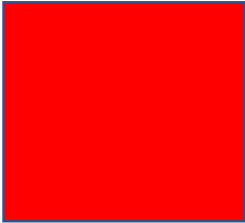



5.4.9 Valoración del Impacto

Después de realizar la valoración de cada parámetro se procederá a aplicar la fórmula de Valor de Impacto Ambiental (VIA). Clasificando así los impactos por escala según su criterio (Fuertes, 2014).

$$VIA = \sqrt{\text{Importancia} \times \text{Magnitud}}$$

Tabla 2.

Clasificación de Impactos Ambientales

Severidad del Impacto	Criterio	Escala	Celda de representatividad
Crítico	Es aquel impacto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.	>7	
Severo	Se refiere cuando el impacto necesita una recuperación con medidas mitigantes o correctoras, y en el que aun aquella recuperación necesita un período de tiempo extendido.	$\leq 7 \geq 5$	
Moderado	Se refiere cuando el impacto no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas.	<5	
Representativo	Es considerada aquella de carácter positivo o benéfico para el medio y la sociedad.	+	

Fuente: (Conesa, 2011), Elaborado por: El Autor

Se podrá clasificar los impactos ambientales identificados en el Proyecto que van en el rango desde Crítico como más alarmante con color rojo, hasta Representativo con menos relevancia expresado con color azul.

5.4.10 Programas

Para el estudio de investigación y propuesta de Elaboración del Plan de Manejo Ambiental se ha considerado en base al Formato y Guía Técnica del PMA del Ministerio del Ambiente (2015), obtenido en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). Los siguientes

programas ambientales son necesarios y alcanzables para determinar los objetivos planteados y el desarrollo de la propuesta de investigación.

5.4.10.1 Programa de Mitigación de Impactos

El programa asegurará el control de los impactos negativos que generan las actividades asociadas a las emisiones atmosféricas con fuentes móviles y a los componentes sociales como el entorno, desarrollando acciones para poder prevenir, mitigar, y disminuir el grado de impacto.

5.4.10.2 Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental

Para la elaboración de este programa es necesario mencionar e involucrar a las instituciones educativas con respaldo y coordinación de las instituciones municipales para sensibilizar e instruir los temas de contaminación atmosférica que muchas veces son desconocidos.

5.4.10.3 Programa de Relaciones Comunitarias

Para poder realizar el programa de relaciones comunitarias es necesario establecer nexos de sana convivencia y dialogo con instituciones correspondientes al área de influencia directa de la zona urbana de la ciudad de Ibarra que estén interesados en conocer de forma sencilla y clara el alcance del proyecto, sus impactos y medidas ambientales propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

5.4.10.4 Programa de Contingencias

Este programa se realizará con el propósito de implementar medidas que den respuesta a diferentes situaciones emergentes que pueden suscitarse en el proyecto y que pueda poner en peligro la calidad de vida de la ciudadanía y el bienestar del entorno.

5.4.10.5 Programa de Medidas Compensatorias

En el proyecto de Emisiones Atmosféricas causado por las fuentes móviles en la ciudad de Ibarra se han generado impactos que no pueden mitigarse, por lo que es necesario el programa

de Medidas Compensatorias que contendrán medidas que restituyan impactos irreversibles, con el objetivo de compensarlo con impactos positivos.

5.4.10.6 Programa de Seguimiento Evaluación y Control

En este programa se tratará de garantizar el cumplimiento y verificación de cada actividad relacionada a cada programa para garantizar la reducción de impactos negativos y prevenir a futuro impactos no previstos. También se deberá asegurar que los objetivos propuestos en el Plan de Manejo Ambiental no se desvíen con la aplicación de otras medidas.

5.5 Metodología para la Socialización del Estudio Realizado

La socialización se llevará a cabo en las instalaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra con un grupo de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental y Ecodesarrollo, también se contará con la presencia de algunos de los docentes a quienes por medio de un comunicado de invitación se informará el tema del proyecto con la finalidad de informar acerca de las emisiones atmosféricas producidas por el transporte público, el manejo de programas que permitan estimar la distribución y concentración de un contaminante, brindando un aporte a las investigaciones sobre calidad del aire, y con ello establecer medidas que mitiguen impactos negativos a futuro.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para solucionar el objetivo específico 1 primero se realizó una selección de los lugares en el área de estudio, tomando en cuenta la parte urbana de la ciudad de Ibarra, principalmente las calles y avenidas por donde se hace más evidente el tráfico vehicular correspondientes a las dos cooperativas de buses. Mediante observación directa se procedió a recorrer las calles y avenidas por donde transitan dichos buses, tomando los puntos de georreferencia de los cuales se obtuvo un total de 18 puntos correspondientes al área de estudio.

Tabla 3.

Principales puntos correspondientes al área de estudio

Puntos	Calle	Coordenadas	
		UTM (m)	
		Zona 17	
		X	Y
1	Av. Mariano Acosta	0820182	0038591
2	Av. Eugenio Espejo	0820299	0038347
3	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera	0820192	0038183
	General Julio Andrade		
4	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera	0820454	0038079
	Sánchez y Cifuentes		
5	Av. Alfredo Pérez Guerrero	0820488	0038319
6	Av. Obispo Cesar Mosquera	0820606	0038214
7	Av. Vicente Rocafuerte	0820956	0038555
8	Av. Miguel Oviedo Juan Montalvo	0821274	0038635
9	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit	0822010	0038361
10	Av. 17 de Julio	0821681	0039545
11	Av. Rafael Troya	0820883	0039318
12	Av. Antonio José de Sucre	0820889	0038825
13	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	0820526	0038452
14	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	0820567	0038735
15	Av. Manuel Chica Narváz	0820468	0038734
16	Av. Jaime Rivadeneira	0820194	0038950
17	Av. Víctor Manuel Guzmán	0819796	0039535
18	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé de las Casas	0819402	0038462

Elaborado por: El Autor

6.1 Tipo y cantidad de gases emitidos diariamente

Se realizaron 7 tomas en diferentes días de la semana, en los siguientes horarios: de 7:00 a 8:30 de la mañana, 13:00 a 14:30 de la tarde y 17:00 a 18:30 de la tarde; mediante el uso del aparato analizador portátil de emisiones de gases de combustión E1100, y el medidor de concentración de dióxido de carbono CO₂ ALNOR 8610, por lo que fue posible medir las concentraciones de tres contaminantes como son el Dióxido de Carbono (CO₂), Monóxido de Nitrógeno (NO) y Monóxido de Carbono (CO).

(Ver Anexo 6), se presentan las diferentes tablas con datos obtenidos en cada medición que se realizó.

6.2 Clasificación de los puntos de estudio

Los 18 puntos tomados fueron clasificados en tres grupos de estudio de acuerdo a su ubicación geográfica siendo la pauta, la cercanía de ellos. Se realizó un promedio entre los días de lunes a jueves y de viernes a domingo. Con las tomas de datos recogidas en los siete días de la semana correspondientes a las emisiones de CO, NO y CO₂

Punto de estudio 1: integrado por la Av. Padre Aurelio Espinosa Polit y Av. 17 de Julio.

Con el programa Google Earth se hizo un promedio de distancias entre los dos puntos con la finalidad de obtener un punto central de concentración para considerarlo como el dato de entrada para el uso en los softwares.

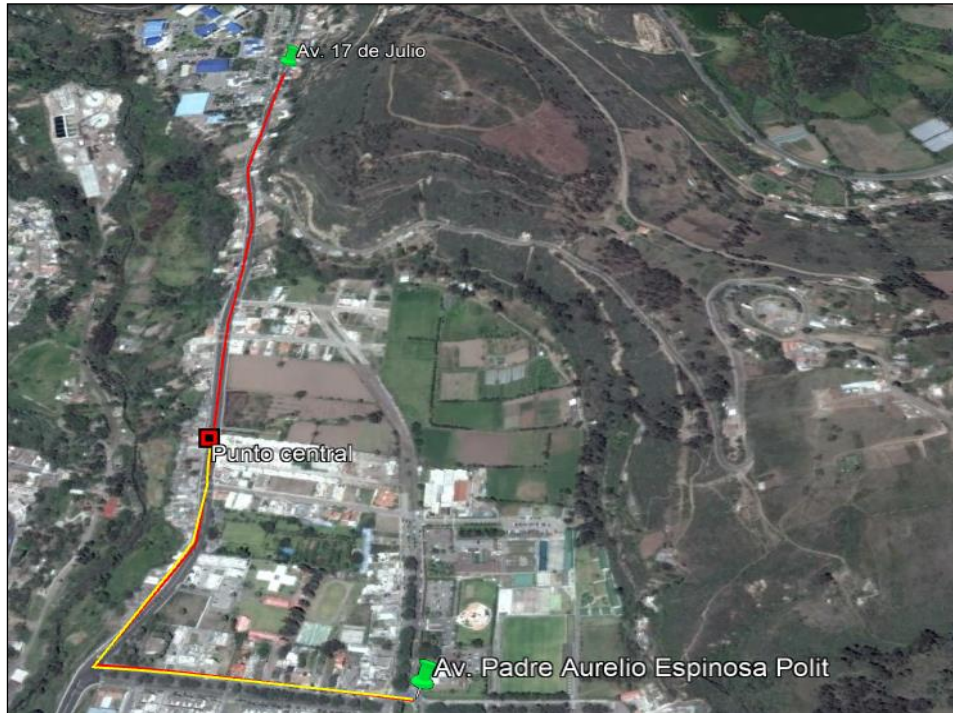


Figura 15. Punto de estudio 1
Elaborado por: El Autor

6.3 Promedios estadísticos del punto de estudio 1

Mediante Excel y con los datos obtenidos de los días lunes a jueves, y viernes a domingo en las horas propuestas, se realizó el promedio de los dos puntos de estudio en este caso tomados en la Av. 17 de Julio y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit para los tres contaminantes (CO, NO y CO₂). Se procedió a realizar la sumatoria entre los dos resultados del contaminante obtenidos en los sitios ya establecidos (Av. 17 de Julio y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit), y seguidamente promedió esa cantidad, con lo que obtendremos el promedio total en unidades de (mg. l⁻¹), para todos los días en las diferentes horas establecidas.

Después se realizó el promedio total en unidades (g.s⁻¹), debido a que este dato será ingresado al modelo de distribución HYSPLIT para su posterior resultado e interpretación. Entonces únicamente se tomó el valor del promedio total (mg. l⁻¹) y se promedió para el número 6.000. Los valores obtenidos se visualizan (Ver Anexo 7).

Como resultado final para el punto de estudio 1 obtenemos los siguientes promedios de cada uno de los contaminantes:

Tabla 4.

Promedios del CO, NO y CO₂ del punto de estudio 1

CO			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes - jueves	07:00-08:30	4	6,67.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	1,38	7,92.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	2	3,33.10 ⁻⁰²
Viernes -domingo	07:00-08:30	9,17	1,53.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	6,50	3,25.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	15,67	2,61.10 ⁻⁰¹
NO			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes-jueves	07:00-08:30	1,12	1,88.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	3,63	6,04.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0
Viernes-domingo	07:00-08:30	0,17	2,78.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0,67	1,11.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0,67	1,11.10 ⁻⁰²
CO ₂			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes- jueves	07:00-08:30	334,75	5,58.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	302,63	5,04.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	304,5	5,08.10 ⁻⁰¹
Viernes-domingo	07:00-08:30	292,1	4,87.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	313,50	5,23.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	292,8	4,88.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Punto de estudio 2: integrado por las siguientes avenidas Av. Mariano Acosta, Av. Eugenio Espejo, Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade, Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes, Av. Alfredo Pérez Guerrero, Av. Obispo Cesar Mosquera, Av. Vicente Rocafuerte, Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo, Av. Rafael Troya, Av. Antonio José de Sucre, Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon, Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo, Av. Manuel Chica Narváez y Av. Jaime Rivadeneira.

En este punto de estudio, debido a que se integran más de dos avenidas, mediante Google Earth se realizó con una circunferencia que correspondió a 5.07 Km que contiene un área de 2.06 Km² donde están los diferentes puntos, con los que se hizo posible trazar un radio de 0.81 km con lo que se obtuvo el punto central que servirá de referencia para el dato de entrada en el software.



Figura 16. Punto de estudio 2
Elaborado por: El Autor

6.4 Promedios estadísticos del punto de estudio 2

Se realizó un promedio general entre los 14 lugares para los tres contaminantes (CO, NO y CO₂), esto es el promedio total en unidades (mg. l⁻¹). Mientras que para el promedio total en unidades (g.s⁻¹) se toma el valor del promedio total en (mg. l⁻¹) promediado para el número 6.000. Los resultados se visualizan (Ver Anexo 8).

Como resultado final para el punto de estudio 2 obtenemos los siguientes promedios de cada uno de los contaminantes:

Tabla 5.

Promedios del CO, NO y CO₂ del punto de estudio 2

CO			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes-jueves	07:00-08:30	5,66	9,43.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	2,95	4,91.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	5	8,33.10 ⁻⁰²
Viernes-domingo	07:00-08:30	10,55	1,76.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	7,76	1,29.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	15,74	2,62.10 ⁻⁰¹
NO			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes-jueves	07:00-08:30	0,18	7,14.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	2,36	3,93.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	1,41	1,14.10 ⁻⁰¹
Viernes-domingo	07:00-08:30	1,81	3,02.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	1,69	2,82.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	1,5	8,33.10 ⁻⁰¹
CO ₂			
Días	Hora	Promedio (mg. l ⁻¹)	Promedio (g.s ⁻¹)
Lunes-jueves	07:00-08:30	350,38	5,84.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	310,55	5,18.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	320,03	5,33.10 ⁻⁰¹
Viernes-domingo	07:00-08:30	311,29	5,19.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	305,07	5,08.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	321,4	5,36.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Punto de estudio 3: integrado por la Av. Víctor Manuel Guzmán y Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé de las casas.

Con el programa Google Earth se hizo un promedio de distancias entre los dos puntos con la finalidad de obtener un punto central de concentración.



Figura 17. Punto de estudio 3
Elaborado por: El Autor

6.5 Promedios estadísticos del punto de estudio 3

Mediante Excel y con los datos obtenidos de los días lunes a jueves y viernes a domingo en las horas propuestas, se calculó el promedio de los dos puntos de estudio en este caso tomados en la Av. Víctor Manuel Guzmán y Av. Mariano Acosta, para los tres contaminantes (CO, NO y CO₂). Lo que se procedió hacer es la sumatoria entre los dos resultados del contaminante obtenidos en los sitios ya establecidos (Av. Víctor Manuel Guzmán y Av. Mariano Acosta), y seguidamente se debe promediar esa cantidad, con lo que obtendremos el promedio total en unidades de (mg. l⁻¹), para todos los días en las diferentes horas establecidas.

Después se realizó el promedio total en unidades ($\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$), debido a que este dato será ingresado al modelo de distribución HYSPLIT para su posterior resultado e interpretación. Entonces únicamente se tomó el valor del promedio total ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) y se lo promedio para el número 60.000. Los valores obtenidos se visualizan (Ver Anexo 9).

Y como resultado final para el punto de estudio 3 obtenemos los siguientes promedios de cada uno de los contaminantes:

Tabla 6.

Promedios del CO, NO y CO₂ del punto de estudio 3

CO			
Días	Hora	Promedio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Promedio ($\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$)
Lunes-jueves	07:00-08:30	2,75	$4,58\cdot 10^{-02}$
	13:00-14:30	0,69	$1,14\cdot 10^{-02}$
	17:00-18:30	2,5	$4,17\cdot 10^{-02}$
Viernes-domingo	07:00-08:30	4,667	$7,78\cdot 10^{-02}$
	13:00-14:30	5,33	$8,89\cdot 10^{-02}$
	17:00-18:30	16,83	$2,81\cdot 10^{-01}$
NO			
Días	Hora	Promedio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Promedio ($\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$)
Lunes-jueves	07:00-08:30	3,12	$5,21\cdot 10^{-02}$
	13:00-14:30	1,13	$1,88\cdot 10^{-02}$
	17:00-18:30	0,75	$1,25\cdot 10^{-02}$
Viernes-domingo	07:00-08:30	4,833	$8,06\cdot 10^{-02}$
	13:00-14:30	0,00	0
	17:00-18:30	4	$6,67\cdot 10^{-02}$
CO ₂			
Días	Hora	Promedio ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Promedio ($\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$)
Lunes-jueves	07:00-08:30	323,125	$5,39\cdot 10^{-01}$
	13:00-14:30	287,88	$4,80\cdot 10^{-01}$
	17:00-18:30	302	$5,03\cdot 10^{-01}$
Viernes-domingo	07:00-08:30	314,833	$5,25\cdot 10^{-01}$
	13:00-14:30	301,67	$5,03\cdot 10^{-01}$
	17:00-18:30	309	$5,15\cdot 10^{-01}$

Elaborado por: El Autor

6.6 Datos Meteorológicos

La obtención de resultados del objetivo específico 2 se inició ordenando los datos meteorológicos obtenidos del INAMHI, para después ingresar las frecuencias de cada factor al programa WRPLOT View.

Tabla 7.

Datos meteorológicos de la estación meteorológica de Ibarra M1240

Fecha	Velocidad del viento (m.s ⁻¹)	Precipitación sum (mm)	Temperatura promedio del aire (°C)	Humedad relativa promedio del aire (%)
23/2/2019	1,52	0,05	17,22	37,65
24/2/2019	1,29	23,109	14,5	7,32
11/3/2019	1,35	0	17,41	38,7
19/3/2019	1,108	14,169	15,36	18,68
27/3/2019	1,22	0	17,41	25,95
04/4/2019	1,52	0,12	15,57	32,88
12/4/2019	1,445	0	18,05	31,52

Fuente: INAMHI, Elaborado por: El Autor.

Tabla 8.

Datos de frecuencias de la dirección del viento

Fecha	E	N	NE	NO	O	S	SE	SO	Viento	Calma
23/2/2019	57	192	32	456	231	161	84	198	1411	29
24/2/2019	33	311	66	472	295	97	19	102	1395	45
11/3/2019	61	157	26	448	189	251	160	139	1431	9
19/3/2019	114	225	55	281	197	173	161	231	1437	3
27/3/2019	116	183	98	314	166	227	139	190	1433	7
4/4/2019	40	409	88	745	85	19	17	31	1434	6
12/4/2019	149	145	135	201	239	232	220	117	1438	2

Fuente: INAMHI, Elaborado por: El Autor.

Nota: (Ver Anexo 10), se puede apreciar los datos del INAMHI y tabulados por el autor, indican el número de veces que se ha repetido en un día sobre una dirección del viento para cada punto cardinal.

6.6.1 Rosa de Vientos

En los siguientes gráficos podemos observar la representación gráfica de la rosa de vientos realizado con las tablas de frecuencia proporcionadas por el INAMHI. Este procedimiento fue realizado por cada día en que fueron tomados los datos de emisiones. En los cálculos de meteorología, la dirección del viento es considerada de donde proviene. Para la estimación de la dirección a donde son llevados los contaminantes, tenemos que utilizar lo contrario (sigue la ruta)

- Día 1: 23 de febrero de 2019

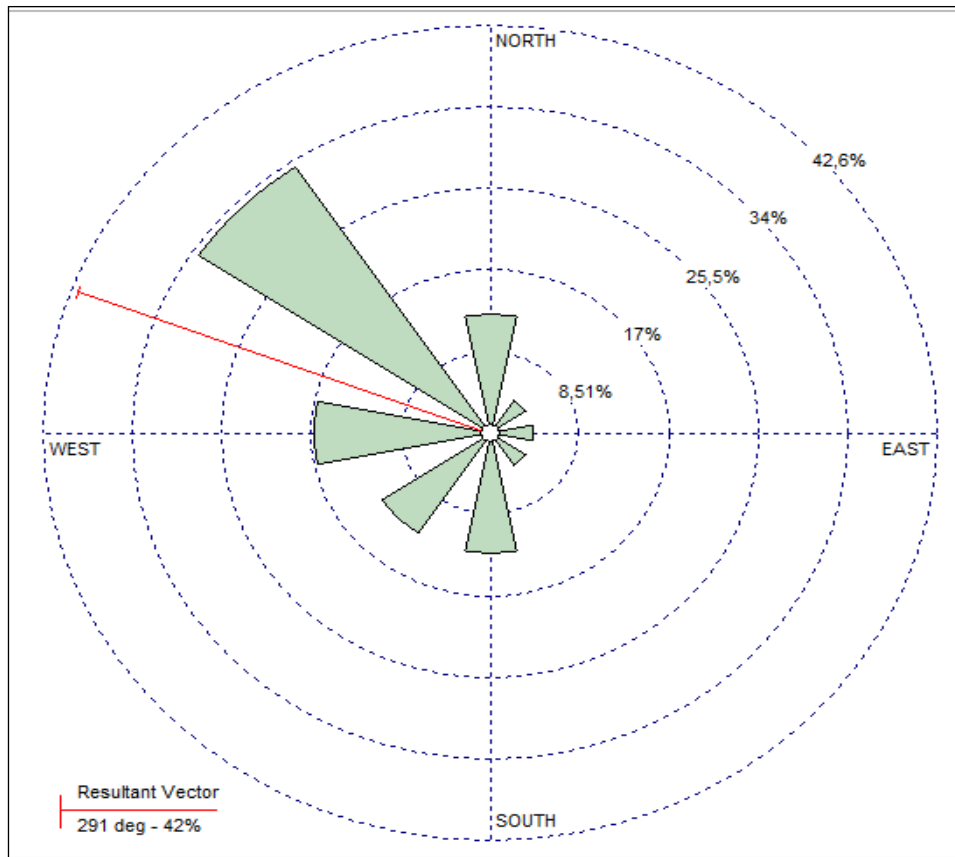


Figura 18. Dirección desde donde sopla el viento, Día sábado
Elaborado por: El Autor

La Figura 18 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 23 de febrero del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

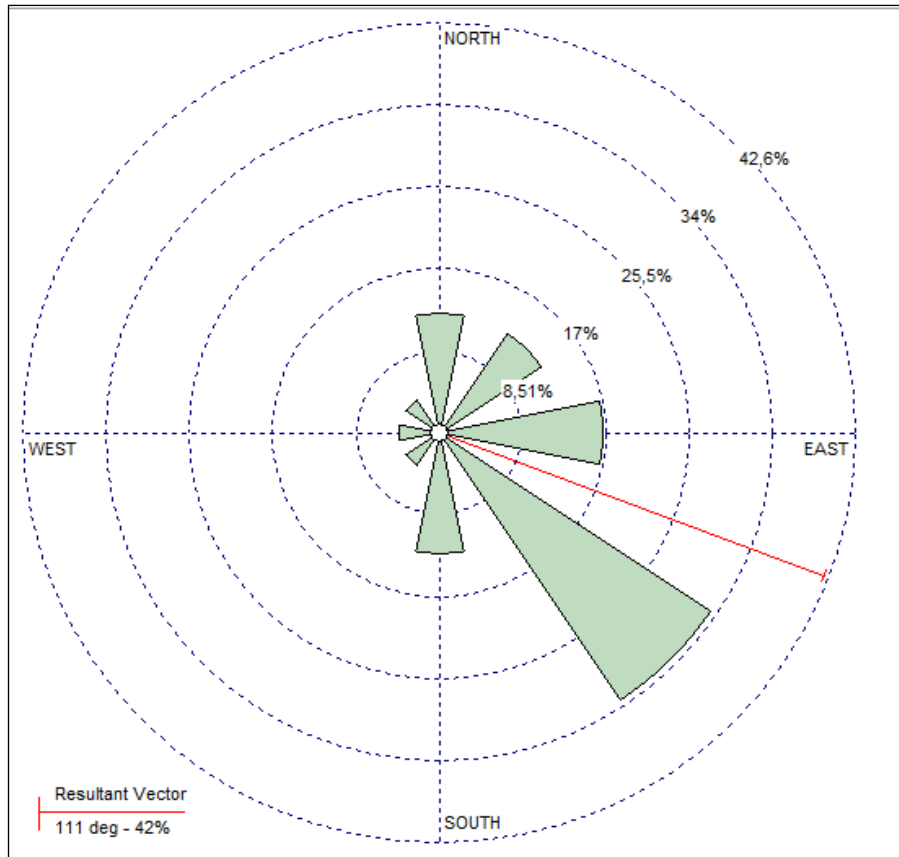


Figura 19. Dirección hacia donde sopla el viento, Día sábado
Elaborado por: El Autor

La Figura 19 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 23 de febrero del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 2: 24 de febrero del 2019

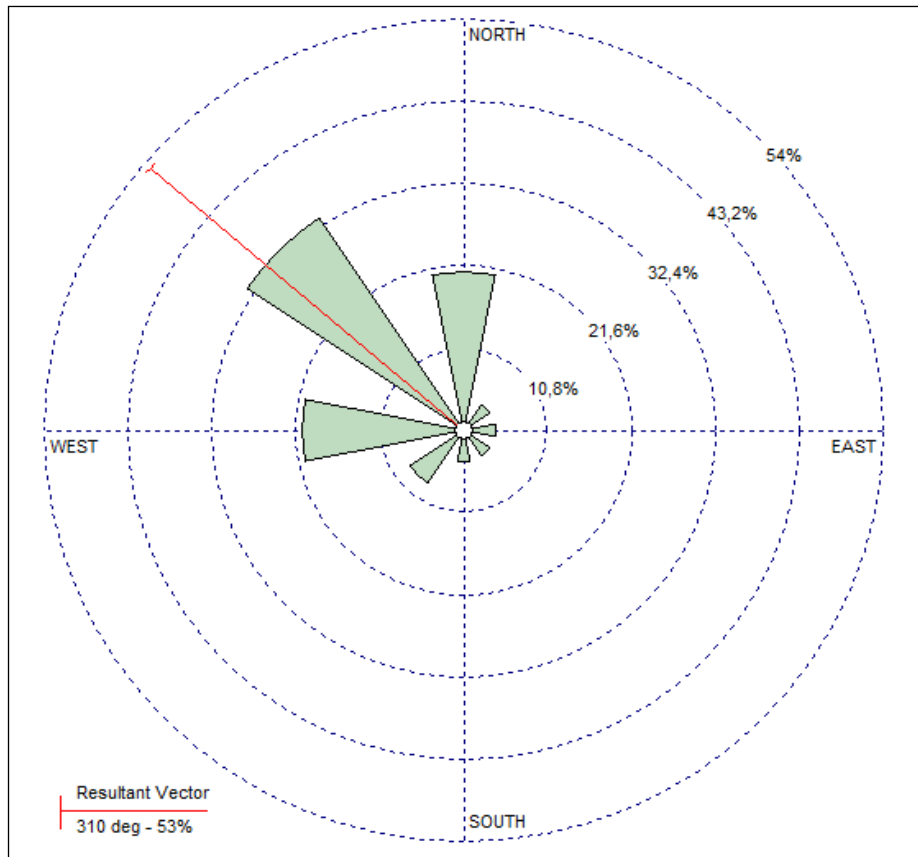


Figura 20. Dirección desde donde sopla el viento, Día domingo
Elaborado por: El Autor

La Figura 20 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 24 de febrero del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

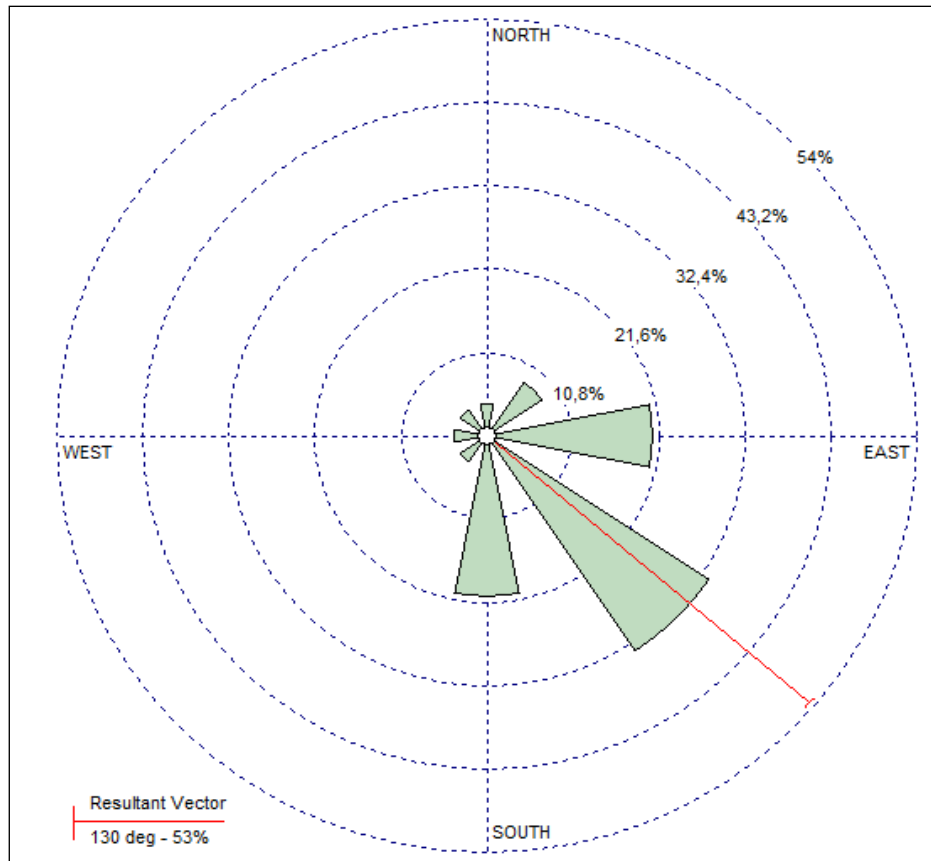


Figura 21. Dirección hacia donde sopla el viento, Día domingo
Elaborado por: El Autor

La Figura 21 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 24 de febrero del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 3: 11 de marzo del 2019

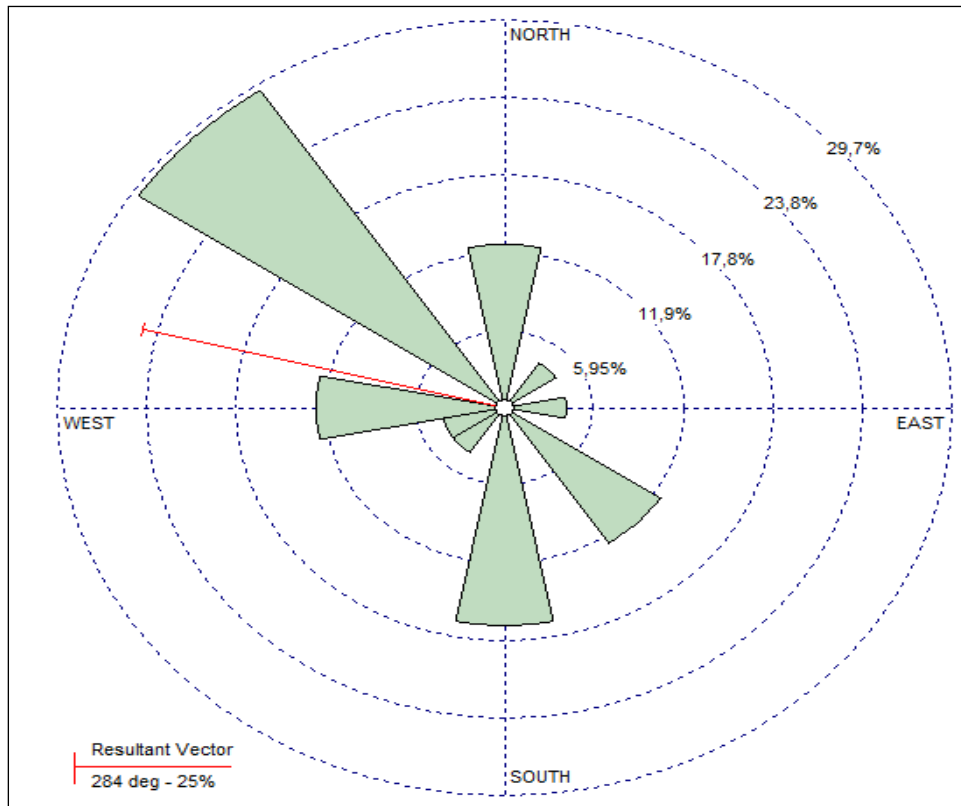


Figura 22. Dirección desde donde sopla el viento, Día lunes
Elaborado por: El Autor

La Figura 22 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 11 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

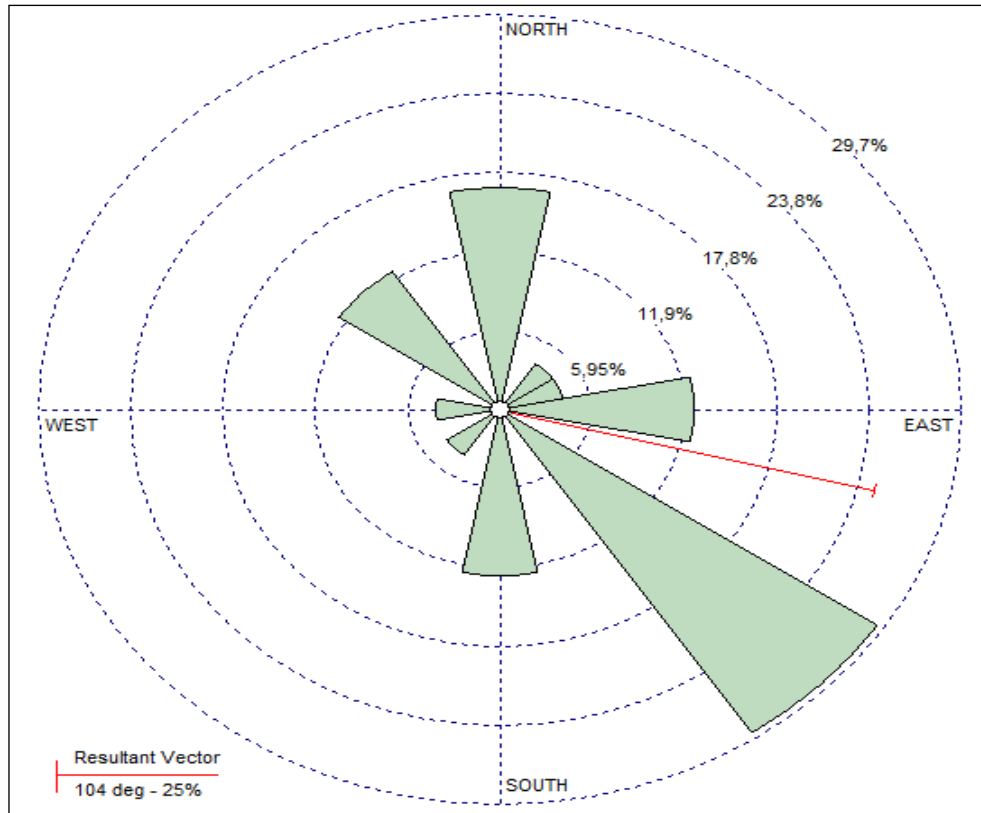


Figura 23. Dirección hacia donde sopla el viento, Día lunes
Elaborado por: El Autor

La Figura 23 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 11 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 4: 19 de marzo del 2019

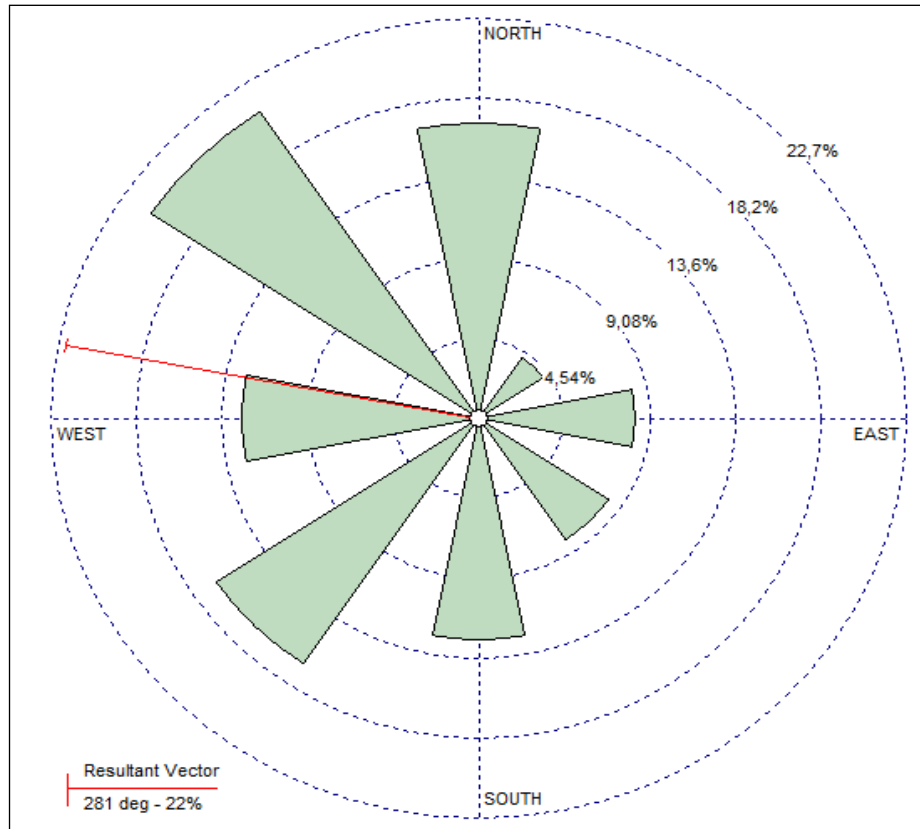


Figura 24. Dirección desde donde sopla el viento, Día martes
Elaborado por: El Autor

La Figura 24 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 19 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

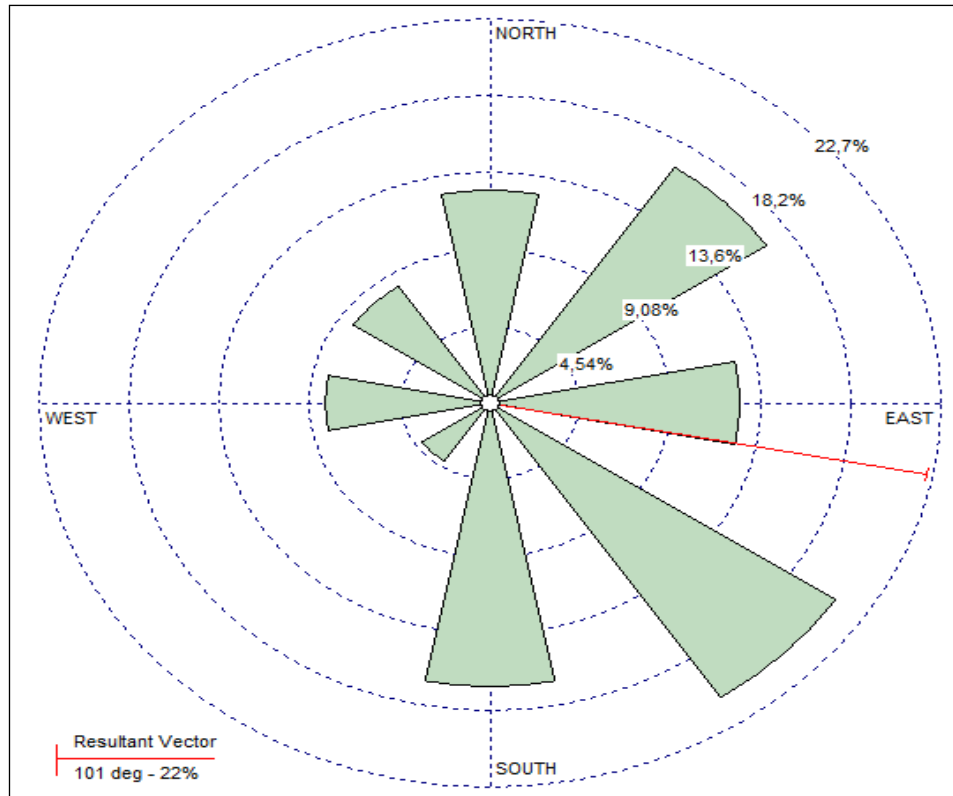


Figura 25. Dirección hacia donde sopla el viento, Día martes
Elaborado por: El Autor

La Figura 25 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 19 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 5: 27 de marzo del 2019

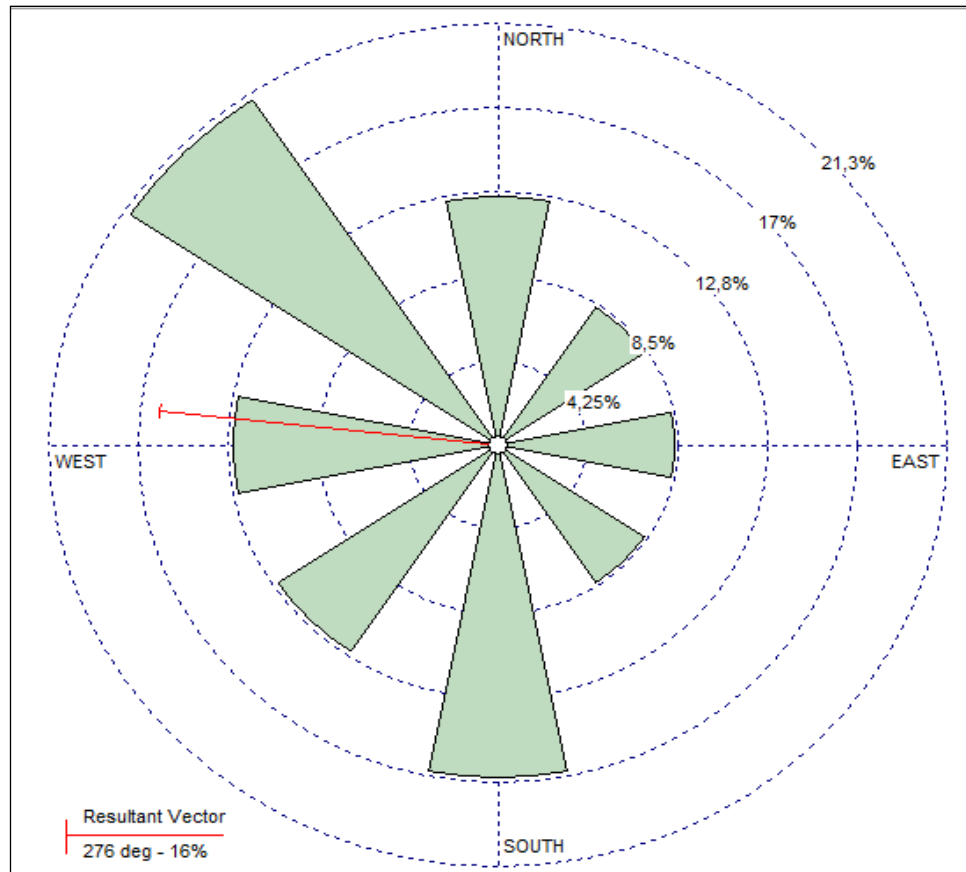


Figura 26. Dirección desde donde sopla el viento, Día miércoles
Elaborado por: El Autor

La Figura 26 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 27 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

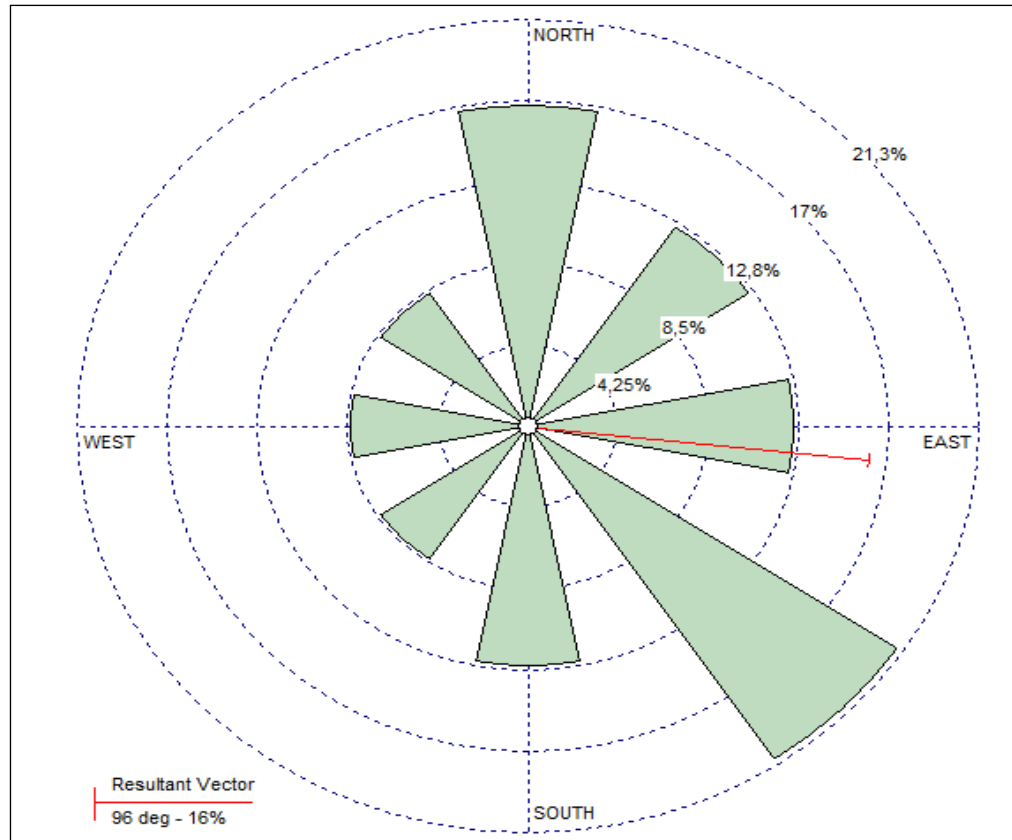


Figura 27. Dirección hacia donde sopla el viento, Día miércoles
Elaborado por: El Autor

La Figura 27 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 27 de marzo del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 6: 04 de abril del 2019

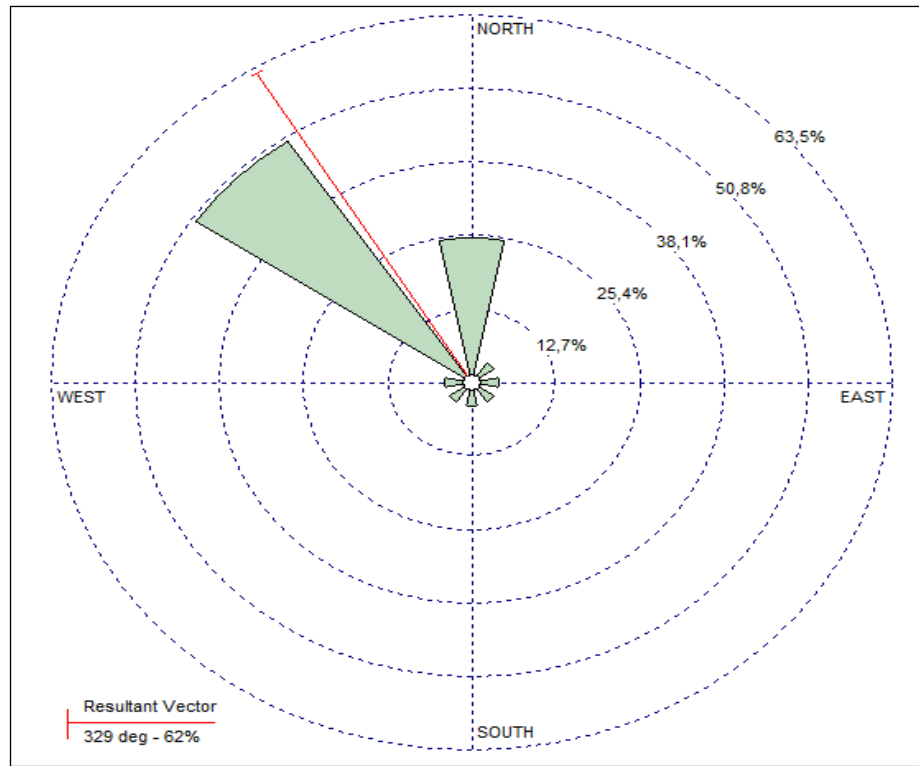


Figura 28. Dirección desde donde sopla el viento, Día jueves
Elaborado por: El Autor

La Figura 28 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 04 de abril del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noroeste.

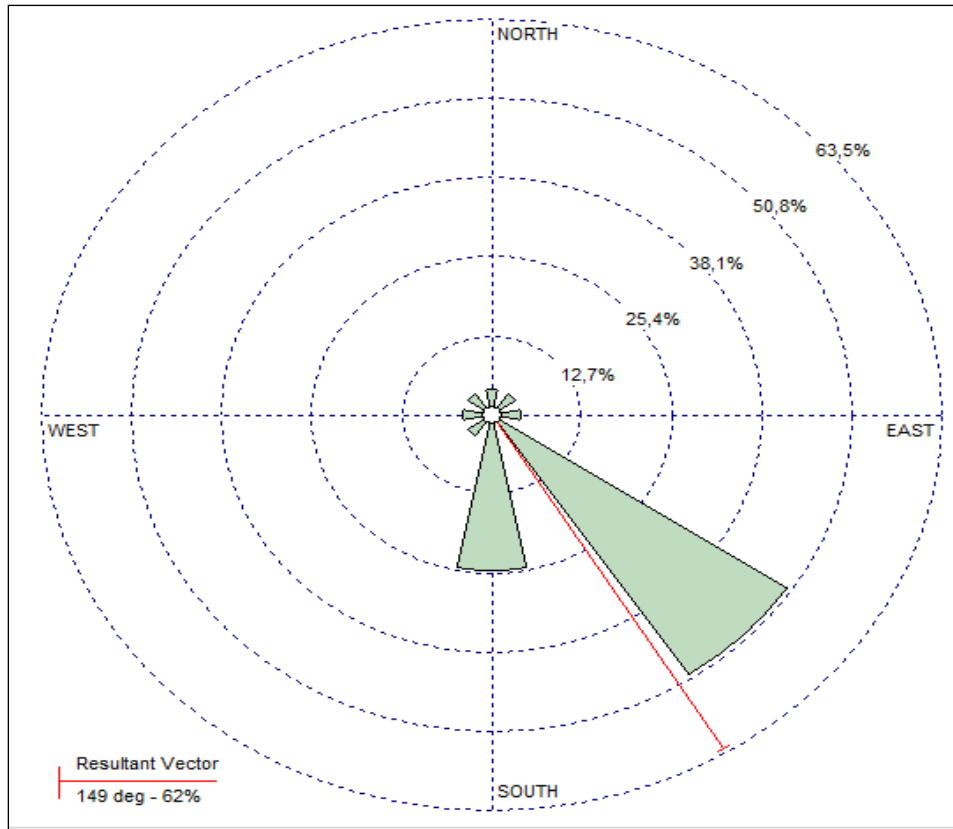


Figura 29. Dirección hacia donde sopla el viento, Día jueves
Elaborado por: El Autor

La Figura 29 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 04 de abril del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.

- Dia 7: 12 de abril del 2019

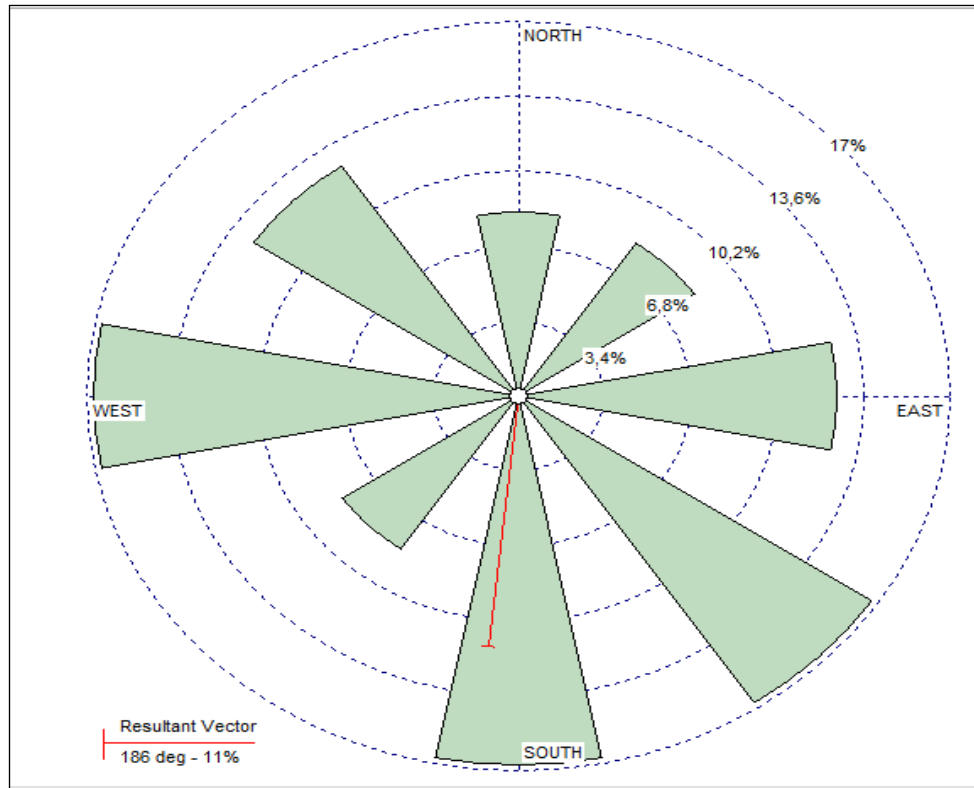


Figura 30. Dirección desde donde sopla el viento, Día viernes
Elaborado por: El Autor

La Figura 30 nos indica la dirección desde donde viene el viento el día 12 de abril del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Sureste.



Figura 31. Dirección hacia donde sopla el viento, Día viernes
Elaborado por: El Autor

La Figura 31 nos indica la dirección hacia donde se dirige el viento el día 12 de abril del 2019, la mayor frecuencia de movimiento es Noreste.

6.7 Valores de concentración y dispersión de los contaminantes

Punto de Estudio 1

Tabla 9.

Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 1

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)	Límite máximo permisible (mg.m ⁻³)	Dirección de la dispersión del contaminante
Lunes- jueves	07:00-08:30	1,5.10 ⁻⁰²	1,1.10 ⁻⁷	15	SE
	13:00-14:30	1,8.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁷		
	17:00-18:30	7,5.10 ⁻⁰³	5,6.10 ⁻⁶		
Viernes- domingo	07:00-08:30	2,5.10 ⁻⁰³	1,9.10 ⁻⁶	15	SE
	13:00-14:30	7,5.10 ⁻⁰³	5,6.10 ⁻⁶		
	17:00-18:30	5,0.10 ⁻⁰³	3,7.10 ⁻⁶		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 17:00h hasta las 18:30 pm, la máxima concentración del CO fue de 7,5.10⁻⁰³ mg.m⁻³, a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario, la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de 5,6.10⁻⁶ mg.m⁻³, a una distancia aproximada de 100 m representada por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 32.

De viernes a domingo se dan los mismos valores de concentración máxima y mínima, pero desde las 13:00h a 4:30pm. Y la contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 9.

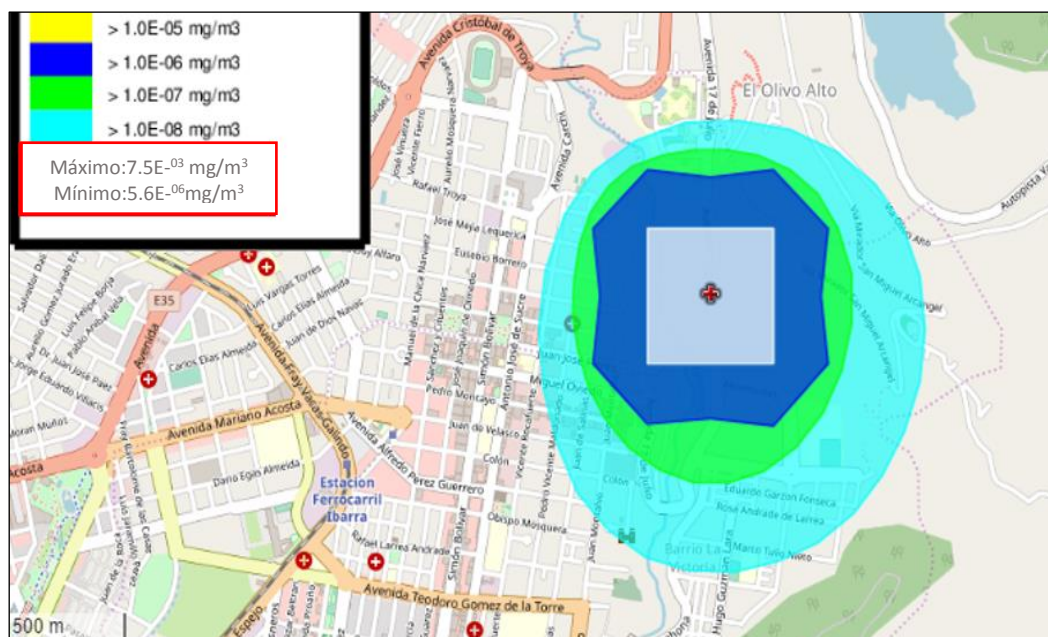


Figura 32. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – domingo, para el punto de estudio 1
Elaborado por: El Autor

Tabla 10.

Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 1

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	Dirección de la dispersión del contaminante
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)		
Lunes- jueves	07:00-08:30	2,5.10 ⁻⁰³	1,9.10 ⁻⁸	5	SE
	13:00-14:30	1,5.10 ⁻⁰²	1,1.10 ⁻⁷		
	17:00-18:30	0	0		
Viernes- domingo	07:00-08:30	3,0.10 ⁻⁰³	2,7.10 ⁻⁸	5	SE
	13:00-14:30	2,5.10 ⁻⁰³	1,9.10 ⁻⁸		
	17:00-18:30	2,5.10 ⁻⁰³	1,9.10 ⁻⁸		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 7:00h hasta las 8:30 am, la máxima concentración del NO fue de 2,5.10⁻⁰³ mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo

indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-8} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 33.

Y la contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 10.

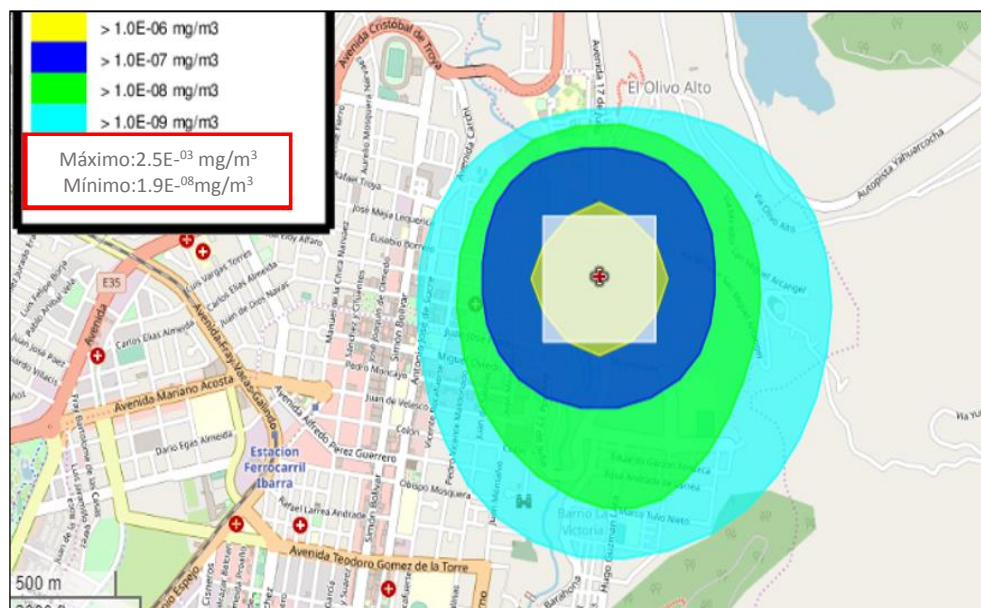


Figura 33. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 1

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo a las 7:00h a 8:30 am, la máxima concentración del NO es de $3,10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 34.

Y la contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 10.

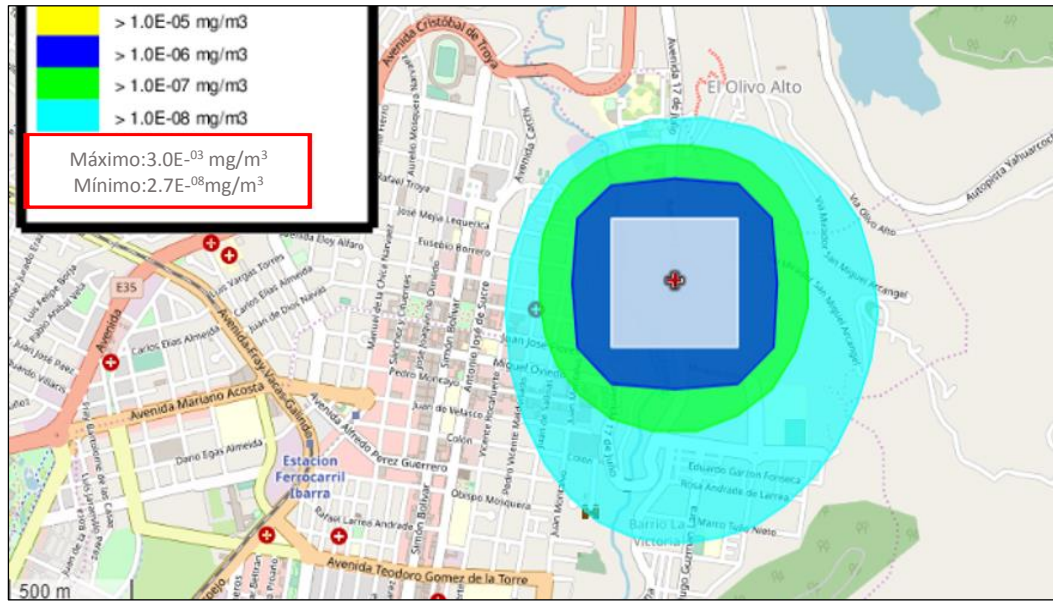


Figura 34. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 1

Elaborado por: El Autor

Tabla 11.

Dióxido de Carbono (CO₂), punto de estudio 1

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa	Dirección de la dispersión del contaminante
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)	Peruana Límite máximo permisible (mg.m ⁻³)	
Lunes- jueves	07:00-08:30 13:00-14:30 17:00-18:30	5,7.10 ⁻⁰² 5,7.10 ⁻⁰² 5,7.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁵ 1,3.10 ⁻⁰⁵ 1,3.10 ⁻⁰⁵	9000	SE
Viernes- domingo	07:00-08:30 13:00-14:30 17:00-18:30	4,5.10 ⁻⁰² 5,7.10 ⁻⁰² 4,5.10 ⁻⁰²	1,1.10 ⁻⁰⁵ 1,3.10 ⁻⁰⁵ 1,1.10 ⁻⁰⁵		NE

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 7:00h am hasta las 18:30 pm, la máxima concentración del CO₂ es de 5,7.10⁻⁰² mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones

medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 35.

Y la contaminación producida por CO_2 se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 11.

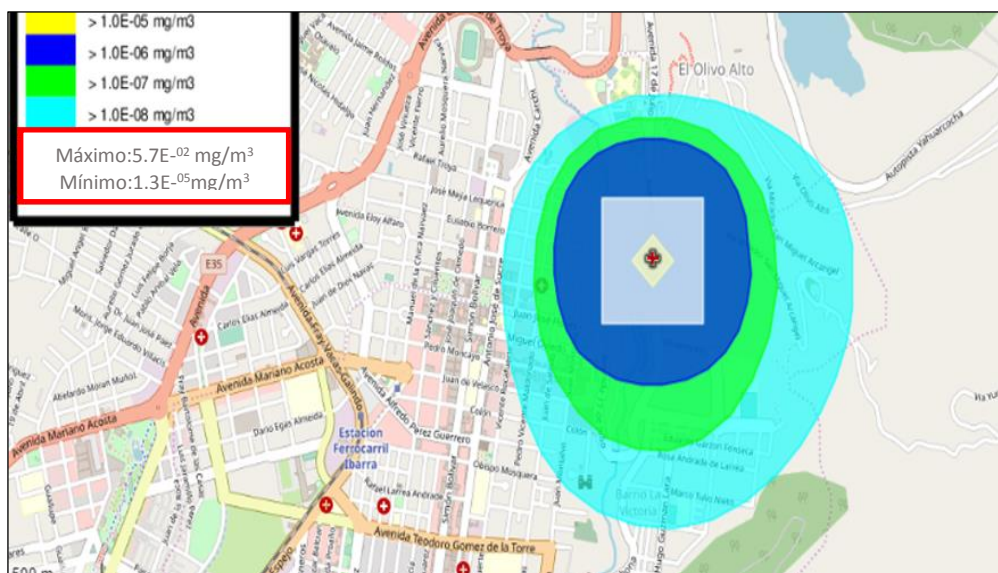


Figura 35. Concentración y dispersión del contaminante CO_2 de lunes – jueves, para el punto de estudio 1

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo, a las 13:00h a 18:30 pm, la máxima concentración del CO_2 es de $5,7 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ y a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 36.

Y la contaminación producida por CO_2 se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 11.

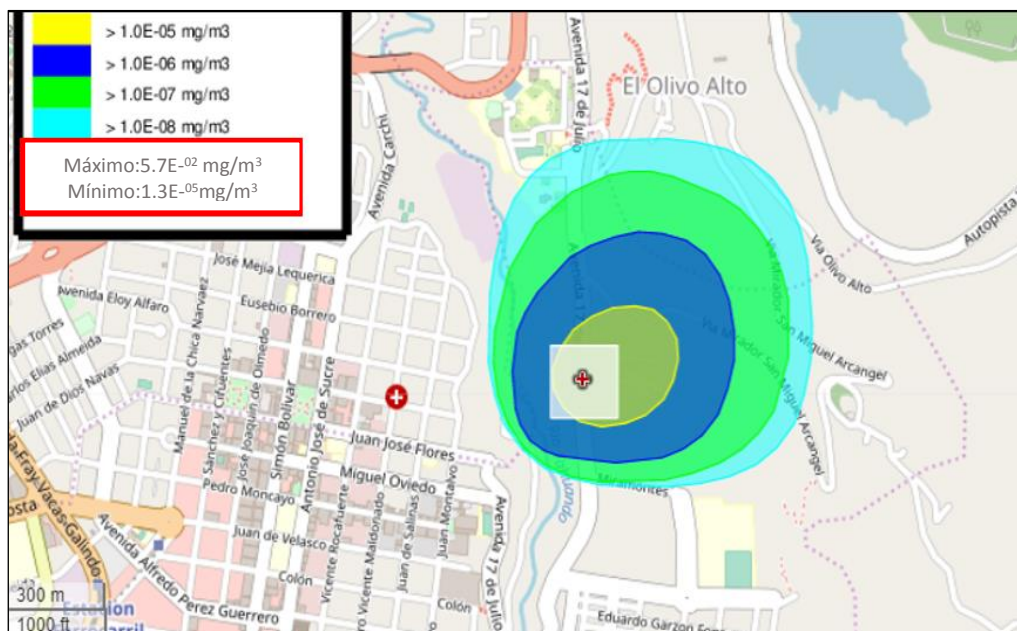


Figura 36. Concentración y dispersión del contaminante CO₂ de viernes – domingo, para el punto de estudio 1
Elaborado por: El Autor

Punto de Estudio 2

Tabla 12.

Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 2

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	Dirección de la dispersión del contaminante
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)		
Lunes- jueves	07:00-08:30	7,3.10 ⁻⁰²	5,1.10 ⁻⁰⁴	15	SE
	13:00-14:30	3,2.10 ⁻⁰²	2,3.10 ⁻⁰⁴		
	17:00-18:30	6,5.10 ⁻⁰²	4,5.10 ⁻⁰⁴		
Viernes- domingo	07:00-08:30	1,2.10 ⁻⁰²	1,9.10 ⁻⁰⁸	15	NE
	13:00-14:30	0	0		
	17:00-18:30	0	0		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 7:00h a 8:30 am, la máxima concentración del CO es de 7,3.10⁻⁰² mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo

cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $5,1 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 37.

Y la contaminación producida por CO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 12.



Figura 37. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – jueves, para el punto de estudio 2
Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 7:00h a 8:30 am, la máxima concentración de CO es de $1,2 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m, mientras que la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 38.

Y la contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 12.

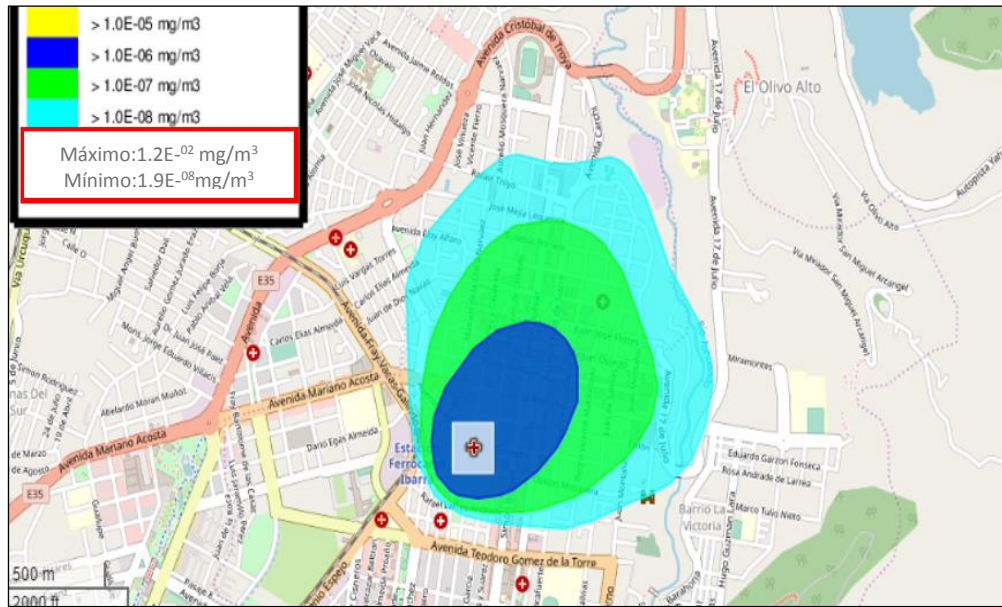


Figura 38. Concentración y dispersión del contaminante CO de viernes – domingo, para el punto de estudio 2
Elaborado por: El Autor

Tabla 13.

Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 2

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)	Límite máximo permisible (mg.m ⁻³)	Dirección de la dispersión del contaminante
Lunes- jueves	07:00-08:30	1,1.10 ⁻⁰²	1,8.10 ⁻⁰⁶	5	SE
	13:00-14:30	2,1.10 ⁻⁰²	1,8.10 ⁻⁰⁹		
	17:00-18:30	3.3.10 ⁻⁰³	2,6.10 ⁻⁰⁷		
Viernes- domingo	07:00-08:30	1,2.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁷	5	NE
	13:00-14:30	2,8.10 ⁻⁰²	1,9.10 ⁻⁰⁷		
	17:00-18:30	1,3.10 ⁻⁰¹	3,1.10 ⁻⁰⁷		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves 17:00h a 18:30 pm, la máxima concentración del NO es de 3,3. 10⁻⁰³ mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a

una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $2,6 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 39.

Y la contaminación producida por NO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 13.



Figura 39. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 2

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 13:00h a 14:30 pm, la máxima concentración de NO es de $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 40.

Y la contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 13.



Figura 40. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 2
Elaborado por: El Autor

Tabla 14.

Dióxido de Carbono (CO₂), punto de estudio 2

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Peruana	Dirección de la dispersión del contaminante
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)		
Lunes- jueves	07:00-08:30	3,7.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁶	9000	SE
	13:00-14:30	3,7.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁶		
	17:00-18:30	3,7.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁶		
Viernes- domingo	07:00-08:30	8,1.10 ⁻⁰²	3,2.10 ⁻⁰⁷		NE
	13:00-14:30	8,1.10 ⁻⁰²	3,2.10 ⁻⁰⁷		
	17:00-18:30	8,1.10 ⁻⁰²	3,2.10 ⁻⁰⁷		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 7:00h am hasta 18:30 pm, la máxima concentración del CO₂ es de 3,7.10⁻⁰² mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de 1,3.10⁻⁰⁶

mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 41.

Y la contaminación producida por CO₂ se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 14.



Figura 41. Concentración y dispersión del contaminante CO₂ de lunes – jueves, para el punto de estudio 2

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 7:00h am hasta 18:30 pm, la máxima concentración de CO₂ es de $8,1 \cdot 10^{-02}$ mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-07}$ mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 42.

Y la contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 14.



Figura 42. Concentración y dispersión del contaminante CO2 de viernes – domingo, para el punto de estudio 2

Elaborado por: El Autor

Punto de Estudio 3

Tabla 15.

Monóxido de Carbono (CO), punto de estudio 3

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)	Límite máximo permisible (mg.m ⁻³)	Dirección de la dispersión del contaminante
Lunes-jueves	07:00-08:30	2,3.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁴	15	SE
	13:00-14:30	5,8.10 ⁻⁰³	3,2.10 ⁻⁰⁵		
Viernes-domingo	17:00-18:30	2,3.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁴		
	07:00-08:30	8,6.10 ⁻⁰²	3,9.10 ⁻⁰⁷		NE
	13:00-14:30	9,8.10 ⁻⁰²	4,4.10 ⁻⁰⁷		
	17:00-18:30	2,4.10 ⁻⁰²	1,1.10 ⁻⁰⁷		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 13:00h hasta 14:30 pm, la máxima concentración del CO es de $5,8 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 43.

Y la contaminación producida por CO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 15.

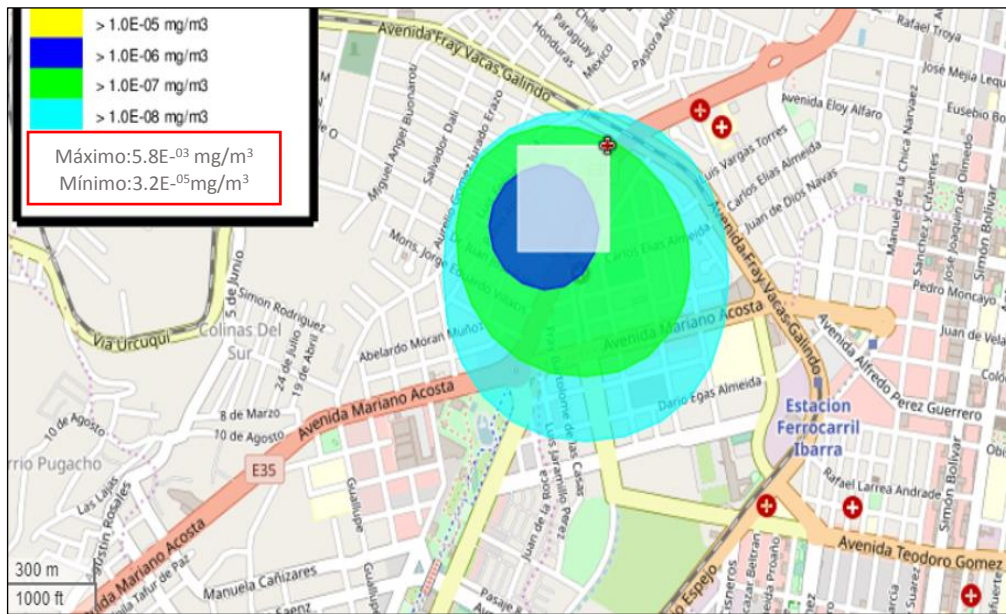


Figura 43. Concentración y dispersión del contaminante CO de lunes – jueves, para el punto de estudio 3

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 13:00h hasta 14:30 pm, la máxima concentración de CO es de $9,8 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $4,4 \cdot 10^{-07}$

mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 44.

Y la contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 15.



Figura 44. Concentración y dispersión del contaminante CO de viernes – domingo, para el punto de estudio 3
Elaborado por: El Autor.

Tabla 16.

Monóxido de Nitrógeno (NO), punto de estudio 3

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Ecuatoriana	Dirección de la dispersión del contaminante
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)		
Lunes- jueves	07:00-08:30	2,9.10 ⁻⁰²	1,6.10 ⁻⁰⁴	5	SE
	13:00-14:30	3,8.10 ⁻⁰³	3,2.10 ⁻⁰⁵		
	17:00-18:30	2,8.10 ⁻⁰³	1,2.10 ⁻⁰⁵		
Viernes- domingo	07:00-08:30	3,8.10 ⁻⁰²	2,4.10 ⁻⁰⁷		NE
	13:00-14:30	0	0		
	17:00-18:30	2,2.10 ⁻⁰²	3,7.10 ⁻⁰⁷		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 13:00h pm hasta 18:30 pm, la máxima concentración del NO es de $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 45.

Y la contaminación producida por NO se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 16.

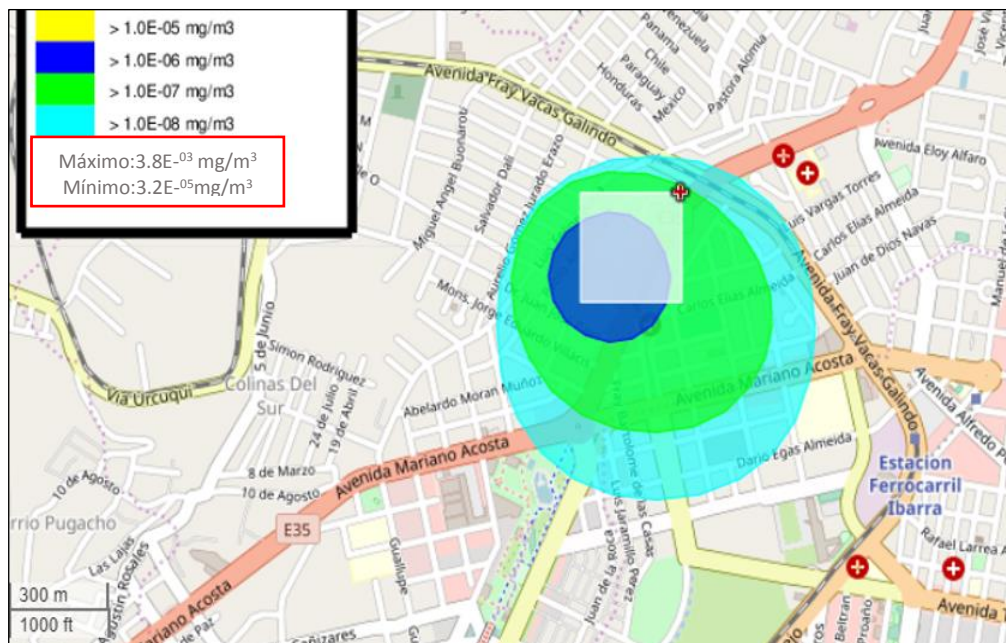


Figura 45. Concentración y dispersión del contaminante NO de lunes – jueves, para el punto de estudio 3

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 7:00h hasta 8:30 am, la máxima concentración de NO es de $3,8 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 46.

Y la contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 16.

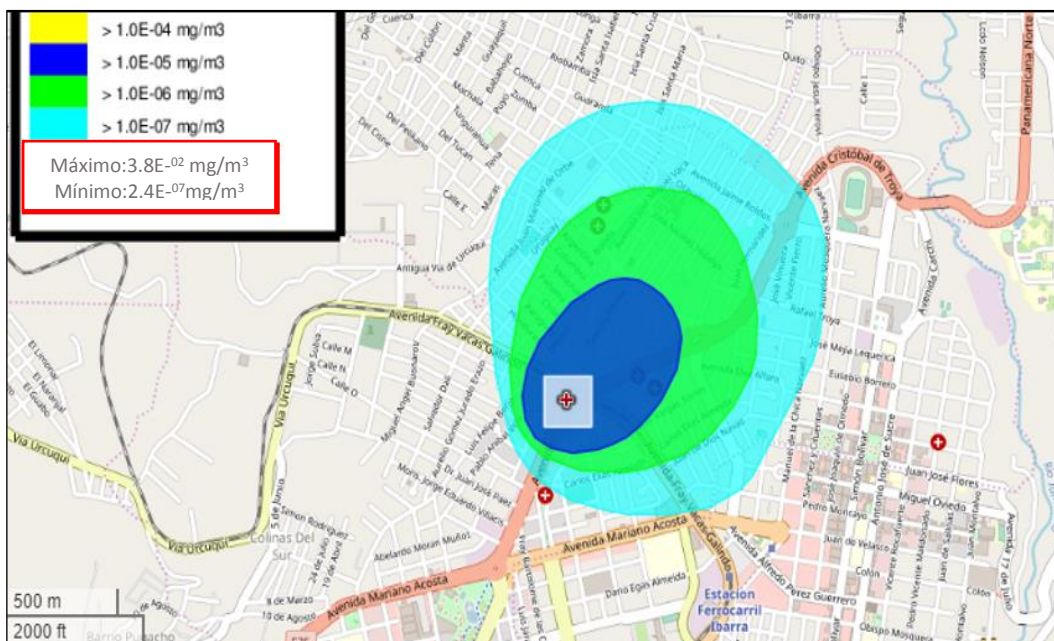


Figura 46. Concentración y dispersión del contaminante NO de viernes – domingo, para el punto de estudio 3

Elaborado por: El Autor

Tabla 17.

Dióxido de Carbono (CO₂), punto de estudio 3

Día	Hora	Programa HYSPLIT		Normativa Peruana	
		Máxima concentración (mg.m ⁻³)	Mínima concentración (mg.m ⁻³)	Límite máximo permisible (mg.m ⁻³)	Dirección de la dispersión del contaminante
Lunes-jueves	07:00-08:30	2,9.10 ⁻⁰²	1,6.10 ⁻⁰⁴	9000	SE
	13:00-14:30	2,3.10 ⁻⁰²	1,3.10 ⁻⁰⁴		
	17:00-18:30	2,8.10 ⁻⁰²	1,4.10 ⁻⁰⁴		
Viernes-domingo	07:00-08:30	6,1.10 ⁻⁰²	2,8.10 ⁻⁰⁷		NE
	13:00-14:30	6,1.10 ⁻⁰²	2,8.10 ⁻⁰⁷		
	17:00-18:30	6,1.10 ⁻⁰²	2,8.10 ⁻⁰⁷		

Elaborado por: El Autor

Desde el día lunes a jueves a las 7:00h hasta 8:30 am, la máxima concentración del CO₂ es de $2,9 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicará el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $1,6 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 47.

Y la contaminación producida por CO₂ se dispersa en dirección SE (Sureste), como se observa en la Tabla 17.

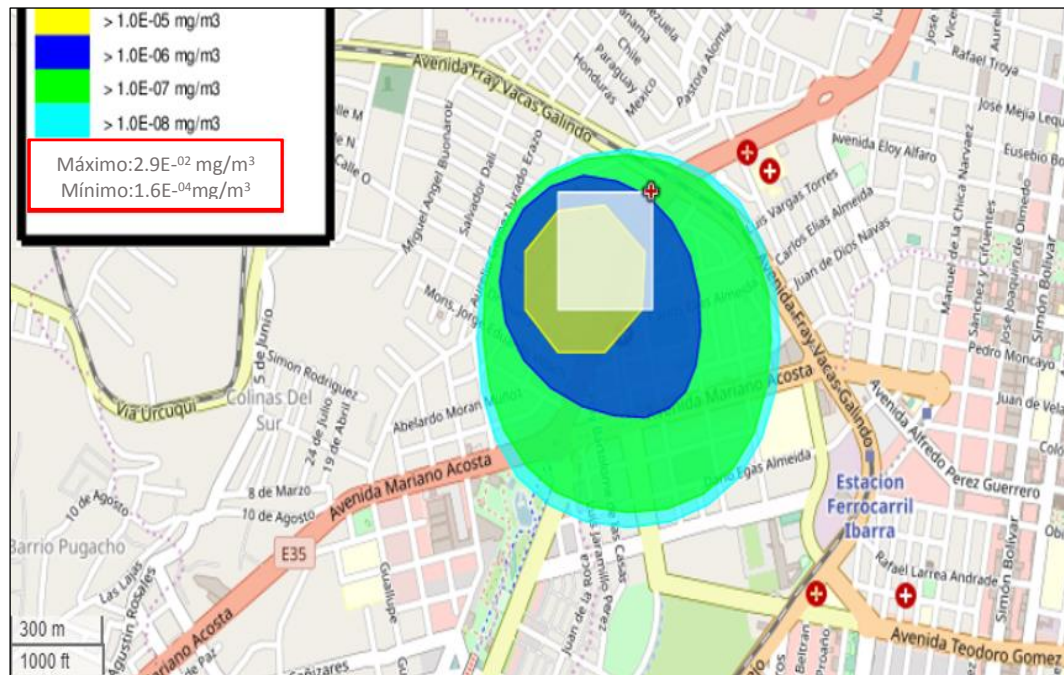


Figura 47. Concentración y dispersión del contaminante CO₂ de lunes – jueves, para el punto de estudio 3

Elaborado por: El Autor

De viernes a domingo desde las 7:00h am hasta 18:30 pm, la máxima concentración de CO₂ es de $6,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m, mientras que la mínima concentración es de $2,8 \cdot 10^{-7}$

mg.m⁻³ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable, como se observa en la Figura 48.

Y la contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE (Noreste), como se observa en la Tabla 17.

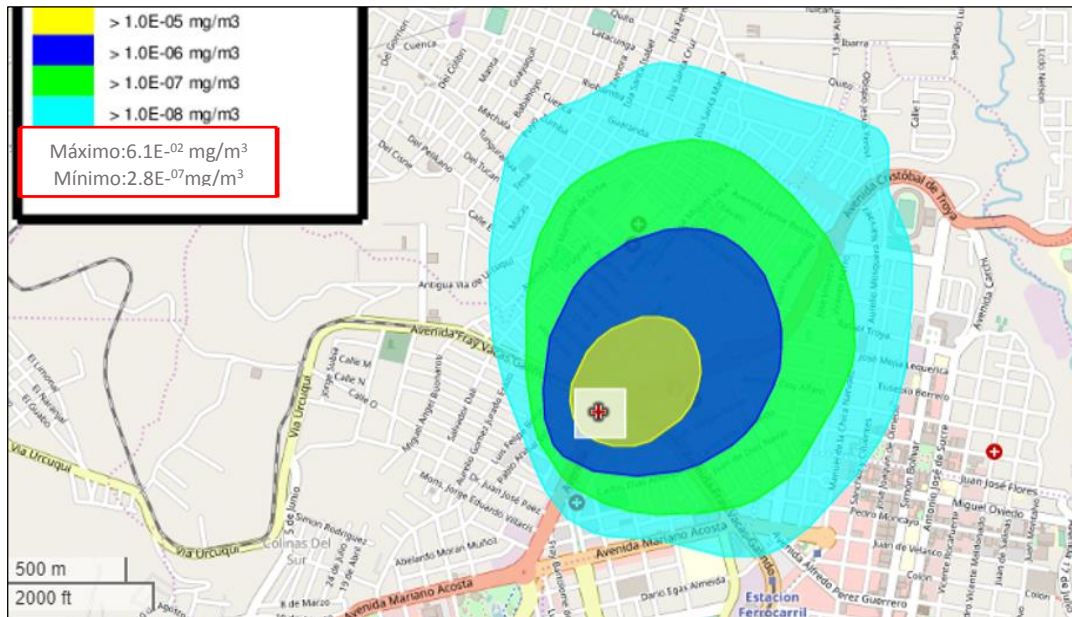


Figura 48. Concentración y dispersión del contaminante CO₂ de viernes – domingo, para el punto de estudio 3
Elaborado por: El Autor

Los resultados de los días correspondientes a las concentraciones mínimas (Ver Anexo 11).

6.8 Propuesta del Plan de Manejo Ambiental

Para la obtención de resultados del objetivo específico 3 fue necesario la revisión bibliográfica del documento: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Ibarra 2015-2023 que servirá para la obtención de información de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que corresponden a la línea base.

Además, se investigó acerca de actividades que ayudarían a que las afectaciones ambientales causadas por las emisiones de las fuentes móviles en la ciudad de Ibarra se puedan mitigar, controlar, compensar, evitar riesgos, dar seguimiento y capacitar a los involucrados del proyecto.

6.8.1 Resumen Ejecutivo

En la zona urbana de la ciudad de Ibarra por las diferentes calles o avenidas se evidencia el tráfico y congestión vehicular que en ciertas horas del día o de la tarde llegan a molestar considerablemente a la ciudadanía por el exceso de esmog que producen los buses de servicio público de las dos Cooperativas de Transporte que son: 28 de Septiembre y San Miguel de Ibarra debido a que transitan diariamente por casi toda la ciudad. Se ha tomado en cuenta que los principales sectores que podrían ser afectados son las parroquias de Alpachaca, el Sagrario y San Francisco, que comprenden el área de estudio de la investigación. Se ha elaborado una Propuesta de un Plan de Manejo para la determinada área con la finalidad de establecer programas que contengan actividades y estrategias que mejoren, mitiguen, controlen, los impactos negativos.

6.8.2 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental

- Sensibilizar al Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra para mantener una buena calidad del aire.
- Reducir los principales impactos negativos que se generen en el proyecto.
- Fortalecer los controles de emisiones de gases con el cumplimiento de normativa actual vigente.
- Mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran en el área de investigación del proyecto.

6.8.3 Política Ambiental

- Constitución de la República del Ecuador, 2008.

Título II Derechos

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

- Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad vial, 2014
Título I de los organismos del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial

Art. 13.- Son órganos del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, los siguientes:

- a) El Ministerio del Sector;
- b) La Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y sus órganos desconcentrados; y,
- c) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Regionales, Metropolitanos y Municipales y sus órganos desconcentrados.

Capítulo III del Control del Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial

De las unidades del control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial de los gobiernos autónomos descentralizados

Art. 30.2.- El control del tránsito y la seguridad vial será ejercido por las autoridades regionales, metropolitanas o municipales en sus respectivas circunscripciones territoriales, a través de las Unidades de Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, constituidas dentro de su propia institucionalidad, unidades que dependerán operativa, orgánica, financiera y administrativamente de éstos.

Las Unidades de Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Regionales, Metropolitanos o Municipales, estarán

conformadas por personal civil especializado, seleccionado y contratado por el Gobierno Autónomo Descentralizado y formado por la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

Capítulo II de los vehículos

Sección 1 Revisión Técnica Vehicular y Homologaciones

Art. 206.- La Comisión Nacional autorizará el funcionamiento de Centros de Revisión y Control Técnico Vehicular en todo el país y otorgará los permisos correspondientes, según la Ley y los reglamentos, siendo estos centros los únicos autorizados para efectuar las revisiones técnico mecánicas y de emisión de gases de los vehículos automotores, previo a su matriculación.

Capítulo IV del Ambiente

Sección 1 de la Contaminación por Fuentes Móviles

Art. 211.- Todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no rebasen los límites máximos permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

- Reglamento a ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial

Título IV Revisión Técnica Vehicular

Art. 306.- Los propietarios de vehículos automotores están obligados a someter los mismos, a revisiones técnico mecánicas en los centros de revisión y control vehicular, autorizados conforme a la reglamentación que expida la Agencia Nacional de Tránsito

Art. 307.- La revisión técnica vehicular es el procedimiento con el cual, la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial o los gobiernos autónomos descentralizados, según el ámbito de sus competencias, verifican las condiciones técnico mecánico, de seguridad, ambiental, de confort de los vehículos, por sí mismos a través de los centros autorizados para el efecto.

Los aspectos que comprenden la revisión técnica vehicular, serán regulados por el Directorio de la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, observando lo dispuesto en este Reglamento General

Capítulo II de la Contaminación por Emisión de Gases de Combustión

Art. 326.- Todos los motores de los vehículos que circulan por el territorio ecuatoriano, no deberán sobrepasar los niveles máximos permitidos de emisión de gases contaminantes, exigidos en la normativa correspondiente.

- Reglamentos Técnicos RTE del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN

RTE 017:2008, Control de Emisiones de Fuentes Móviles Terrestres.

Mediante este reglamento, se establecen los requisitos técnicos y de rotulado que deben cumplir los neumáticos destinados al uso en vehículos con el fin de garantizar: la seguridad humana, la salud y el medio ambiente.

6.8.4 Misión y Visión

6.8.4.1 Misión

Infundir a las personas que se encuentran en el área de investigación del proyecto y miembros del Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra conjuntamente con los representantes de las dos Cooperativas de Transporte Público, para el manejo y control de emisiones contaminantes, desde un punto de vista sensible para las personas, para poder vincularles a través del desarrollo de buenas prácticas ambientales relacionadas a disminuir los impactos producidos por las fuentes móviles.

6.8.4.2 Visión

Procurar un área urbana donde las emisiones producidas por el servicio de transporte público se vean fortalecidas debido a las nuevas implementaciones o actividades de mejora, sin dejar a un lado la importancia de la investigación y el control de seguimiento y evaluación minuciosa.

6.8.5 Línea Base

Se realizó una revisión bibliográfica del documento Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Ibarra 2015-2023, para la obtención de información de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos.

6.8.5.1 Medio Físico

Clima

Se tomó de referencia datos constantes de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la estación utilizada es la de Ibarra (M1240).

Tabla 18.

Caracterización climática

Caracterización climática - Estación M1240 - Período: 2013					
Parámetro (Valores medios)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)	Nubosidad (Octas)	Temperatura (°C)	Heliofanía (horas)
Enero	16,7	79	6	17,2	169
Febrero	132,2	86	7	16,3	98,8
Marzo	37,7	82	7	17,2	136,4
Abril	135,6	81	6	17,1	137
Mayo	135,3	87	7	16,4	128,3
Junio	3	79	5	16,9	197,3
Julio	13,9	77	6	16,7	193,3
Agosto	11,6	73	6	16,9	200,9
Septiembre	10,9	73	6	17,4	156,5
Octubre	119,4	80	6	17	179,2
Noviembre	39,6	81	6	16,9	166,9
Diciembre	93,4	83	6	16,7	168,6
Valor anual	749,3	80	6	16,9	1932,2

Fuente: INAMHI, Elaborado por: El Autor

Temperatura

La temperatura del cantón Ibarra promedio es de 15.9 °C, con un valor máximo de 26.2°C y un valor mínimo de 5.9 °C, las parroquias ubicadas en el sur de la ciudad tienen temperaturas menores, y las que están en la parte norte presentan temperaturas superiores en relación a la media cantonal. Este fenómeno es importante por las condiciones altitudinales de la ubicación, que es inversamente proporcional, por lo que a menor altura mayores temperaturas y a mayor altura la temperatura es menor.

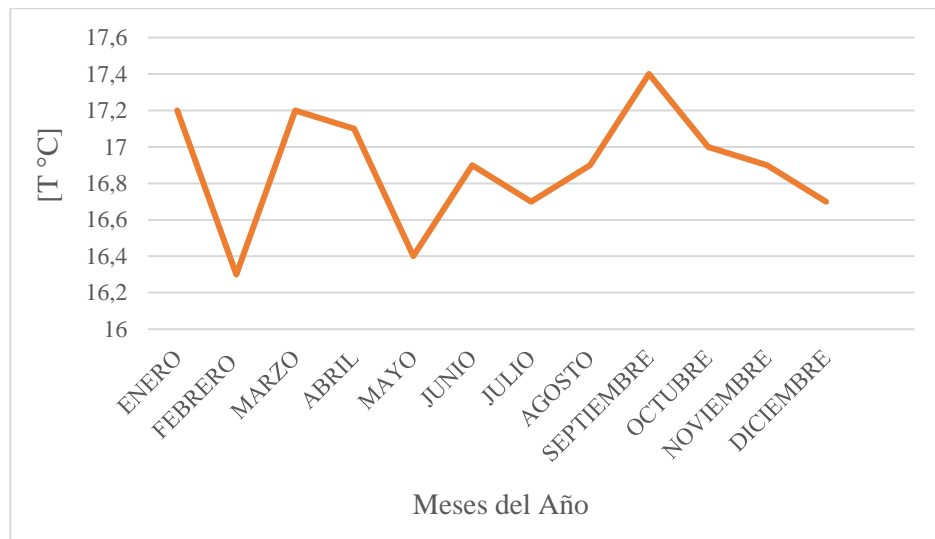


Figura 49. Distribución mensual de la Temperatura

Elaborado por: El Autor

Precipitación

Las precipitaciones en el cantón Ibarra se registran entre rangos de 500 a 1.000 mm en el año. Las precipitaciones para cada parroquia presentan particularidades, por lo que este fenómeno se relaciona con la cercanía a las costas del Océano Pacífico, medio por el cual se levantan las evaporaciones que después llegan a condensarse y se precipitan a mayor intensidad y frecuencia en zonas costeras y cercanas a ellas, otro factor es la dirección y velocidad del viento.

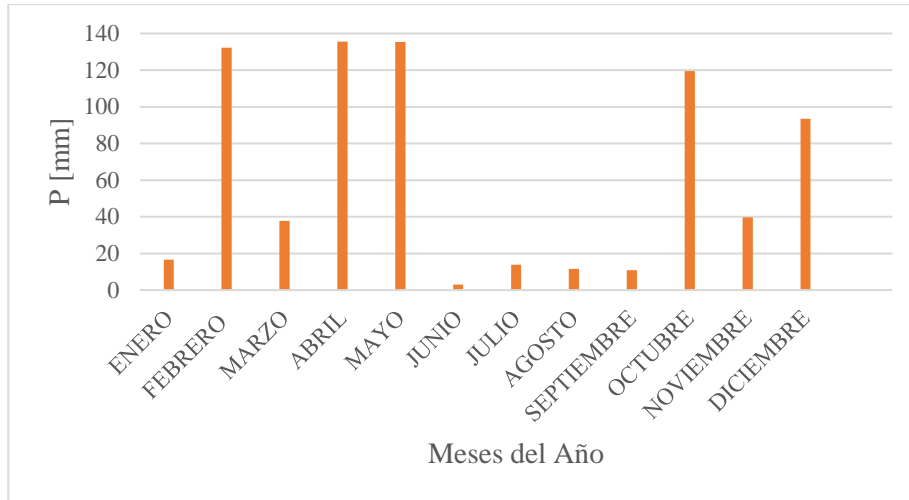


Figura 50. Distribución mensual de la Precipitación
Elaborado por: El Autor

Humedad Relativa

La humedad relativa de la ciudad de Ibarra es de un 68 %, en la parte Norte del cantón existen mayores porcentajes mientras que en la parte central y la parte Sur el porcentaje es menor.

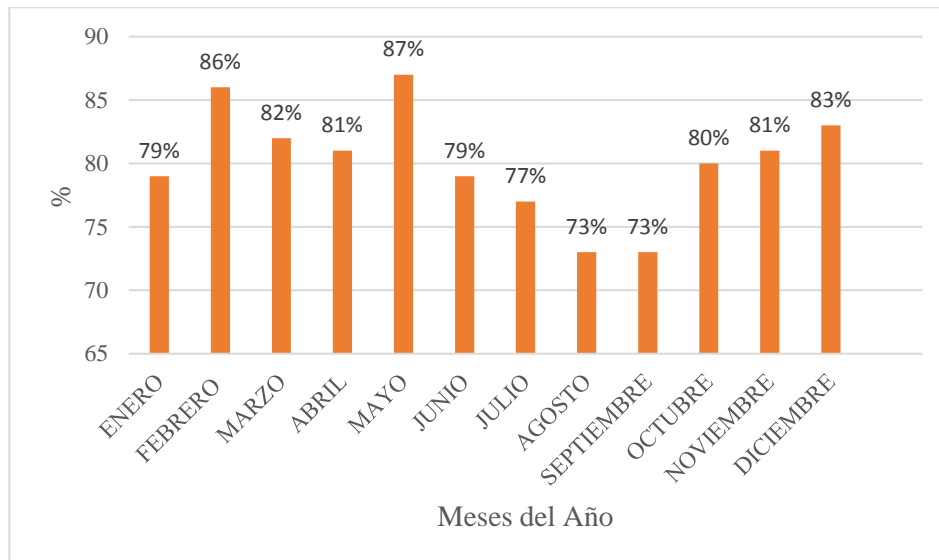


Figura 51. Distribución mensual de la Humedad Relativa
Elaborado por: El Autor

Nubosidad

Los valores de nubosidad de la estación de Ibarra se encuentran entre los 7 y 8 octas, y se observa que no hay variaciones significativas a lo largo del año.

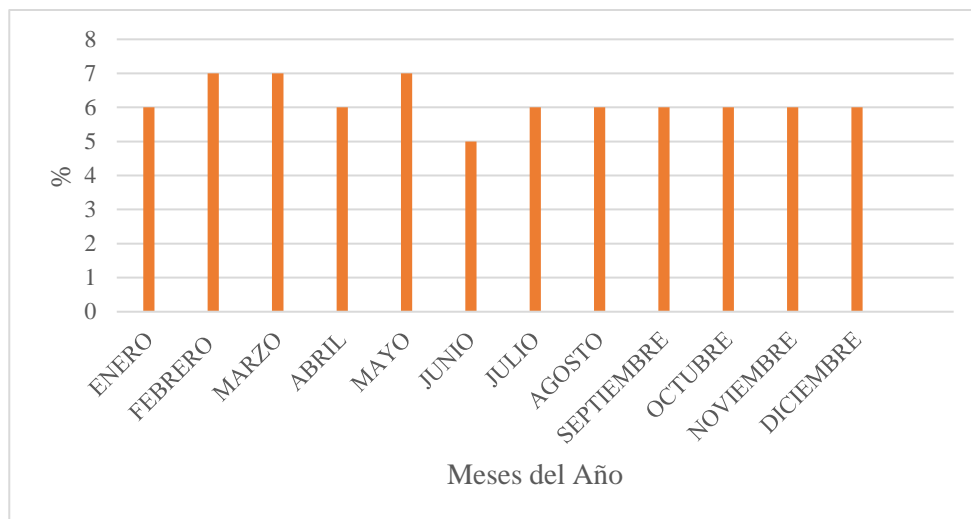


Figura 52. Distribución mensual de la Nubosidad
Elaborado por: El Autor

Heliofanía

La heliofanía tiene relación inversa con la nubosidad, se deduce que en el cantón Ibarra este parámetro en el mes de febrero presento un valor mínimo de 100 horas y va aumentando hasta llegar a los meses de junio hasta octubre con un valor máximo de 180-200 horas, con un total de 1442,2 horas.

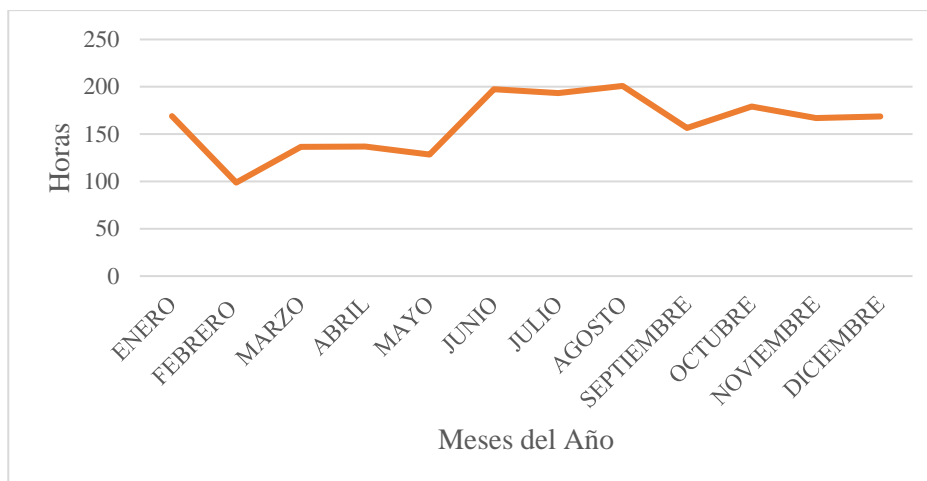


Figura 53. Distribución mensual de la Heliofanía
Elaborado por: El Autor

Calidad del aire

Las fuentes de contaminación existentes en el cantón de Ibarra corresponden a fuentes móviles y fijas, sin embargo, en este caso en base al área del proyecto que constituye toda la parte urbana podemos decir que la mayor incidencia son las fuentes móviles y que los principales contaminantes atmosféricos son el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre, y el material particulado. Muchas de las actividades que realizan las personas diariamente están relacionadas a transportarse de un lugar a otro mediante un transporte público o privado por lo que la generación de smog de estos vehículos causa en las personas circundantes malestares, molestias y hasta enfermedades.

La calidad del aire en Ibarra es controlada mediante el sistema de revisiones vehiculares que se implementó en este año septiembre del 2019, donde el diagnóstico de emisiones se lo realiza a toda fuente móvil, y si los límites exceden de acuerdo a la normativa actual vigente la fuente móvil no podrá llevar el proceso de matriculación.

Calidad del paisaje

El paisaje natural alrededor del proyecto de estudio es tipo urbano, con la presencia de asentamientos humanos y varias especies de flora en parques o casas. Las calles se encuentran pavimentadas con tendidos eléctricos en lo alto, presencia de locales comerciales, escuelas, infraestructuras de servicio y lugares recreativos.

6.8.5.2 Medio Biótico

Ecosistema Terrestre

Mediante una observación directa en todo el recorrido del área de estudio del proyecto se evidenció la intervención antrópica, donde hay la existencia de casa, edificios, calles de primer orden que en conjunto denota un sector urbanizado. La flora presente en el área estudio esta confinada en plantas sembradas, árboles, arbustos, ubicados en jardines y parques o también en las casas de los ciudadanos. Por lo que toda el área se considera un ecosistema humano, un entorno no natural con control o intervención del ser humano.

Cobertura Vegetal

Toda el área perteneciente al proyecto no está integrada de cobertura vegetal boscosa, debido al nivel de urbanización donde solamente se observa vegetación herbácea, árboles y pequeños arbustos.

Flora

Mediante observación directa se pudo identificar en toda la zona urbana correspondiente al área de estudio, las principales especies de flora que notoriamente están en los parques, jardines y casas.

Tabla 19.

Especies Florísticas

Familia	Especie	Nombre Común
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Cucarda, peregrina
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Laurel rosa
Myrtaceae	<i>Callistemon citrinus</i>	Calistemo rojo
Myrtaceae	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Calistemo blanco
Oleaceae	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Césped
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Buganvilla
Verbenaceae	<i>Lantana rugulosa</i>	Cariaquito
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león

Elaborado por: El Autor

Fauna

Tabla 20.

Especies de Fauna

Especies de mamíferos		
Familia	Nombre científico	Nombre común
Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro
Felidae	<i>Felis silvestris catus</i>	Gato
Especies de Aves		
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Colibí
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tortola
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Quilico
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina

Elaborado por: El Autor

6.8.5.3 Componente Socioeconómico

Los aspectos sociales y económicos del área del proyecto se describen de acuerdo a los siguientes documentos bibliográficos:

- VI Censo de Población y de Vivienda. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), 2010.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015–2035
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2012–2031
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE, versión 4.3, 4.5. Componente Social 2008 y 2010.

Tabla 21.

Parroquias del Cantón Ibarra

URBANAS	RURALES
Alpachaca	Ambuquí
San Francisco	Angochagua
El Sagrario	Carolina
Priorato	La Esperanza
Caranqui	Lita
	Salinas
	San Antonio

Fuente: INEC, Elaborado por: El Autor

Demografía

Según el censo realizado por el INEC en 2010, el Cantón Ibarra tiene una población de 131.856 habitantes en su área administrativa urbana, y en total el cantón con todas sus parroquias tiene un total de 181.175 habitantes.

Tabla 22.

Población del Cantón Ibarra

Genero	Número de habitantes	Porcentaje (%)
Femenino	93,389	51,55
Masculino	87,786	48,45
Total	181,175	100

Fuente: INEC, Elaborado por: El Autor

Autoidentificación

En el cantón Ibarra la población se auto identifica como mestizo, con un 78,2%, como indígena con 8,8%, como afro ecuatoriano 4,9% y blanco como 3,7%.

Tabla 23.

Autoidentificación de la población del cantón Ibarra

Autoidentificación	Habitantes	%
Mestizo	141675	78,2
Indígena	16007	8,84
Afroecuatoriano	8943	4,94
Negro	3066	1,69
Mulato	3739	2,06
Montubio	594	0,33
Blanco	6857	3,78
Otro	294	0,16
Total	181175	100

Fuente: INEC 2010, Elaborado por: El Autor

Servicios Básicos

Vivienda: En el Cantón Ibarra se registraron un total 56022 viviendas, de las cuales el 71% se ubican en el área urbana y el 29% en el área rural, el tipo de casa predominante es el tipo “casa o villa”, seguido del tipo departamento en casa o edificio. Se observó que las viviendas en la zona de estudio corresponden a los tipos: casa, departamento y mediagua. La habitación de las viviendas en su mayoría es por parte de los propietarios en menor cantidad se reportó viviendas ocupadas por arrendatarios.

Tabla 24.

Tipo de Vivienda en el Cantón Ibarra

Tipo de Vivienda	Área Urbana o Rural		
	Área Urbana o Rural	Área Rural	Total
Casa/Villa	28951	13202	41971
Departamento en casa o edificio	6117	390	6507
Cuarto (s) en casa de inquilinato	3061	227	3,88
Mediagua	1717	1693	3,1
Rancho	8	341	349
Covacha	42	64	106
Choza	29	104	133
Otra vivienda particular	149	67	216
Hotel, pensión, residencia u hostel	20		20
Cuartel militar o de policía/bomberos	1	1	2
Centro de rehabilitación social/cárcel	2	1	3
Centro de acogida y protección para niños, niñas, mujeres e indigentes	3	1	4
Hospital, Clínica, etc.	1	1	2
Convenio u institución religiosa	4	2	6
Otra vivienda colectiva	4		4
Sin vivienda	1		1
Total	40110	15912	56022

Fuente: INEC 2010, Elaborado por: El Autor

Salud

Los dos principales hospitales de la ciudad son el Hospital San Vicente de Paúl y el Hospital Regional del IESS, los cuales están regulados por la Dirección Zonal 1 de Salud. El primero es un hospital considerado de carácter regional al abarcar la demanda de pacientes de las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y parte del norte de Pichincha, y se puede estimar que actualmente presenta una capacidad total de 166 camas. Mientras que el Hospital del IESS, es el segundo centro de salud importante en el cantón, atiende un aproximado de 1200 pacientes diarios y posee una capacidad aproximada de 150 camas. Dicho hospital posee un helipuerto lo que lo hace un centro vital para la atención de emergencias.

Actividades Económicas

La estructura económica esencial del Cantón Ibarra es la marca la Población Económicamente Activa (PEA), que para el 2010 su tasa de crecimiento de la población PEA en el último periodo inter censal es del 2,99% lo que representa a 20.587 personas. Las actividades principales son:

Tabla 25.

Rama de actividad del Cantón Ibarra

Rama de actividad (primer nivel)	Casos	%	Acumulado %
Comercio al por mayor y menor	16571	20,54	20,5
Industrias manufactureras	9929	12,31	32,9
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	9367	11,61	44,5
No declarado	6086	7,54	52
Enseñanza	5207	6,45	58,5
Construcción	4920	6,1	64,6
Transporte y almacenamiento	4724	5,86	70,4
Administración pública y defensa	4453	5,52	75,9
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	3213	3,98	79,9
Actividades de los hogares como empleadores	2889	3,58	83,5
Trabajador nuevo	2731	3,39	86,9
Actividades de la atención a la salud humana	2277	2,82	89,7
Otras	8302	10,29	100
Total	80669	100	100

Fuente: INEC 2010, Elaborado por: El Autor

6.8.6 Identificación de Impactos

Se realizaron visitas de campo en las que fueron observados y analizados los principales problemas, identificando los impactos tanto positivos como negativos, para la población y el ecosistema, para posteriormente dar un valor en la Matriz de Leopold.

Los principales impactos identificados fueron:

- Congestión y tráfico vehicular
- Generación de emisiones atmosféricas
- Acumulación de esmog en casas y paradas de buses
- Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape

- No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular.

6.8.7 Evaluación de Impactos

Para evaluar los impactos potenciales a los que está expuesto el sector urbano que constituye el área de estudio, se elaboró una matriz de causa-efecto con las acciones que pueden causar impactos ambientales relacionados a las fuentes móviles contra los factores ambientales a los que éstas afectan.

6.8.8 Matriz de Leopold

Después de valorar las interacciones de las 10 distintas matrices de evaluación de impactos (Ver Anexo 12) se analizaron las ponderaciones con las que se calificaron los impactos, a los que se los catalogó como irrelevante, moderado, severo y crítico dando como resultado la siguiente matriz:

Tabla 26.

Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

MATRÍZ CAUSA-EFECTO										
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo Ambiental de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra										
Factores Ambientales		Acciones		Acciones que pueden causar Impactos Ambientales				Sumatoria		
		Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental
Abiótico	Aire	Calidad del aire	46	41	42	38	33	200	437	437
		Presencia de olor	23	27	21	27	21	119		
		Nivel de ruido	27	28	26	29	8	118		
Biótico	Flora	Árboles	26	23	27	26	8	110	309	507
		Especies herbáceas	23	25	23	22	5	98		
		Diversidad	22	24	24	25	6	101		
	Fauna	Animales terrestres	21	23	19	21	12	96	198	
		Aves	23	21	22	29	7	102		
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	41	40	38	38	41	198	405	686
		Salud y seguridad	38	42	42	43	42	207		
	Economía y población	Empleo	0	0	2	16	19	37	178	
		Cambios favorables	29	26	28	26	32	141		
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	19	17	19	32	16	103	103	
			338	337	333	372	250	1.630		

Elaborado por: El Autor

Tabla 27.

Clasificación de Impactos

Irrelevante	$0 \leq / < 25$
Moderado	$25 \leq / < 50$
Severo	$50 \leq / < 75$
Crítico	$75 \leq$

Elaborado por: El Autor

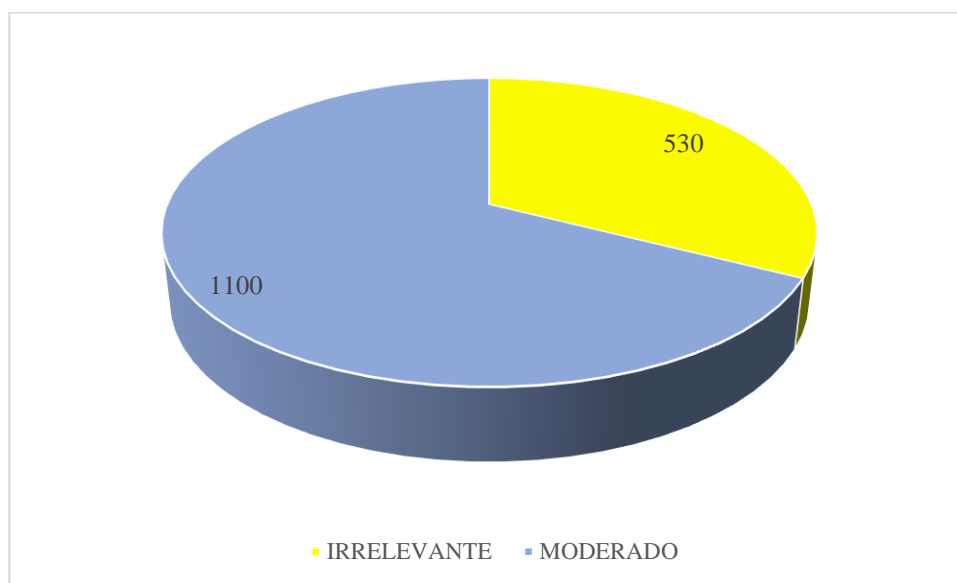


Figura 54. Análisis de Clasificación de Impactos
Elaborado por: El Autor

Luego de realizar la Matriz de Leopold se puede observar más claramente el estado del sector y los impactos, dando como resultado un 33% de impactos irrelevantes, 67% de impactos moderados y 0% de impactos severos como críticos.

6.8.9 Programas

Tabla 28.

Programa de Mitigación de Impactos.

PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS					
Objetivo: Mitigar los impactos producidos por las emisiones del transporte público de Ibarra (buses), evitando así el deterioro de la calidad del aire.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PMI 01
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos
					Periodicidad
Emisiones gaseosas de combustión	Contaminación del aire	Realizar monitoreos alrededor de la zona urbana de Ibarra escogiendo los principales sitios prioritarios donde se evidencie la contaminación	Registro de la concentración de contaminantes Uso de aparatos analizadores de combustión de gases	Registro fotográfico Tablas de Datos en Excel	Anual
Generación de olores	Contaminación del aire	Realizar mantenimientos preventivos de los tubos de escape de los buses de las dos Cooperativas de Transporte Público de Ibarra	Registros de mantenimiento /registros de mantenimientos programados	Bitácora de mantenimientos	Trimestral
Ruido	Contaminación del aire	Realizar mantenimientos preventivos de los tubos de escape de los buses de las dos Cooperativas de Transporte Público de Ibarra	Registros de mantenimiento /registros de mantenimientos programados	Bitácora de mantenimientos	Trimestral

Elaborado por: El Autor

Tabla 29.

Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
Objetivo: Elaborar un programa para la capacitación y educación ambiental para las personas involucrados en el área de estudio en este caso las dos Cooperativas de Transporte Público de Ibarra y el GAD, para contribuir al buen funcionamiento de todas las actividades, mediante charlas que capacite e incentive a las buenas prácticas del cuidado del aire.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PC 02
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos Periodicidad
Emisiones gaseosas de combustión	Salud Humana	Capacitaciones semestrales a las parroquias más afectadas de la zona urbana de Ibarra y a las dos Cooperativas de Transporte Público de Ibarra	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico Registro de asistencias	Semestral
Acumulación de Esmog en las casas y paradas de buses	Salud Humana	Capacitaciones semestrales a las parroquias más afectadas de la zona urbana de Ibarra	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico Registro de asistencias	Semestral

Continuación Tabla 29.

<p>Acumulación y distribución de los contaminantes</p>	<p>Afectación a la flora y fauna cercana</p>	<p>Capacitaciones semestrales a las parroquias más afectadas de la zona urbana de Ibarra y a las dos Cooperativas de Transporte Público de Ibarra</p>	<p>Calendario con número de capacitaciones realizadas</p>	<p>Registro fotográfico Registro de asistencias</p>	<p>Semestral</p>
<p>Malos controles de mantenimientos a los buses</p>	<p>Salud Humana/Contaminación del aire</p>	<p>Capacitaciones semestrales a las Cooperativas de Transporte Público de Ibarra sobre: -Revisar habitualmente el tubo de escape y el catalizador - Moderar la velocidad -Revisar los inyectores que estén libres de cualquier residuo</p>	<p>Calendario con número de capacitaciones realizadas</p>	<p>Registro fotográfico Registro de asistencias</p>	<p>Semestral</p>

Elaborado por: El Autor

Tabla 30.

Programa de Relaciones Comunitarias.

PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS					
Objetivo: Elaborar un Programa para las Relaciones Comunitarias del área de estudio mediante actividades a realizar y la adecuada información acerca de las emisiones atmosféricas que producen los buses para minimizar y mitigar impactos sociales que puede existir entre las parroquias más afectadas del sector rural de Ibarra y el transporte público.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PRC 03
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos
					Periodicidad
Falta de comunicación	Desconocimiento por parte de los servidores y delegados públicos de las cooperativas de transporte público sobre los impactos que se generan con las emisiones que producen los buses	Diálogos para información acerca de los impactos, causas y efectos que se podrían dar sino se previene y también informar los beneficios a largo plazo	Número de charlas con las cooperativas de transporte público	Registro fotográfico Registro de asistencias	Al momento de iniciar la socialización del proyecto
Falta de comunicación	Desconocimiento por parte de los servidores y delegados públicos de las cooperativas de transporte público sobre los impactos que se generan con las emisiones que producen los buses	Admisión de quejas o reclamos	Quejas y sugerencias recibidas	Registro de quejas y sugerencias	Al momento de iniciar la socialización del proyecto

Continuación Tabla 30.

Falta de comunicación	Falta de comunicación entre el GAD y los servidores y delegados públicos de las cooperativas de transporte público	Actuar con acciones inmediatas en respuesta a reclamos	Acciones tomadas	Registro fotográfico Informes de acciones tomadas	Al momento de iniciar la socialización del proyecto
Socialización del proyecto	Capacitación de los alcances del proyecto en el área de estudio de la zona urbana de Ibarra	Reuniones con el GAD Ibarra, las dos Cooperativas de Transporte Público	Número de reuniones elaboradas	Registro fotográfico	Al momento de iniciar la socialización del proyecto

Elaborado por: El Autor

Tabla 31.

Programa de Contingencias.

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS					
Objetivo: Elaborar un Programa de Contingencias que tome en cuenta posibles situaciones de emergencia en los impactos principales que generan las emisiones atmosféricas, que sumado a la intervención humana pueda causar un daño significativo, tanto al ambiente como a la población más cercana.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PCG 04
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos Periodicidad
Acumulación de Esmog en las casas y paradas de buses	Salud Humana	Realizar limpiezas periódicas en los tejados, ventanas, rendijas de las casas ubicadas donde hay mayor concentración de esmog o hollín Realizar mingas para limpiar las paradas de los buses	Registro de limpiezas realizadas Número de participantes Registro de mingas realizadas	Registro fotográfico Informes de cumplimiento	Semestral
Congestión y tráfico vehicular (buses)	Bienestar y calidad de vida	Controlar mediante una persona responsable el nivel de tráfico y congestión mediante acciones responsables como: -Respetar los tiempos en cada una de las paradas - No rebasar los límites de velocidad permitidos	Disminución de la congestión y tráfico en los buses	Registro fotográfico Observaciones por parte del responsable a cargo de la actividad	Semestral

Continuación Tabla 31.

Mantenimiento en el tubo de escape y revisiones de motor del bus	Bienestar laboral	Controles periódicos cada seis meses a los principales sistemas de inyectores, tubo de escape, motor, válvulas de presión entre otros	Disminución de accidentes Disminución de la cantidad de esmog	Facturación de la revisión realizada	Semestral
Emisiones gaseosas	Contaminación atmosférica	Utilizar como medida ecológica algunos filtros que disminuyan la producción de esmog	Disminución de esmog	Registro fotográfico Facturas de compras de productos filtradores de esmog	Semestral

Elaborado por: El Autor

Tabla 32.

Programa de Medidas Compensatorias.

PROGRAMA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS					
Objetivo: Definir medidas para compensar impactos provocados por las emisiones producidas por los buses públicos de Ibarra mediante actividades de cumplimiento conjuntamente con la población de las parroquias afectadas.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PMC
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					05
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos
					Periodicidad
Sin controles después de la revisión técnica vehicular	Afectación al ambiente	Realizar controles una vez terminada la revisión técnica vehicular para garantizar el buen manteniendo de los buses	Registro de controles realizados	Registro fotográfico Registro de personal	Anual
Alteración Paisajística	Infraestructura construida en la zona urbana de Ibarra	Realizar mingas para pintar la fachada de las construcciones y evitar el contraste con la naturaleza	Registro del número de participantes	Registro de participantes. Fotografías	Anual

Elaborado por: El Autor

Tabla 33.

Programa de Seguimiento, Evaluación y Control.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL					
Objetivo: Elaborar un programa destinado al seguimiento, evaluación y control de cada una de las actividades para así disminuir los impactos al ambiente causados por las emisiones producidas por los buses públicos de Ibarra.					
Lugar de aplicación: Área de Estudio					PSE 06
Organismo Competente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos Periodicidad
Monitoreo y Seguimiento	Cumplimiento de las normas y ejecución del Plan de Manejo	En el monitoreo a realizar se deben tomar en cuenta todas las acciones y actividades del Plan de Manejo y debe ser llevado a cabo por personal capacitado	Al siguiente mes luego de haber iniciado con el proyecto se llevarán a cabo las primeras inspecciones .	Informes de monitoreo y seguimiento Registro fotográfico	Mensual

Continuación Tabla 33.

<p>Control y evaluación</p>	<p>Cumplimiento de las normas y ejecución del Plan de Manejo</p> <p>Contaminación al aire</p>	<p>El encargado escogido será el delegado para emitir informes en periodos tal y como se lo ha planteado en actividades anteriores y enviándolos a la Autoridad Única Ambiental mediante las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> -control de tráfico y congestión de los buses -revisiones en el tubo de escape que no produzcan mucho esmog - Control después de realizarse el sistema de la revisión técnica vehicular -Monitoreos con analizadores de contaminantes en diversos sectores o principales zonas visibles de contaminación 	<p>Los encargados del proyecto deberán hacer monitoreo de calidad de aire</p>	<p>Resultados de los análisis y cumplimiento</p> <p>Registro fotográfico</p>	<p>Semestral</p>
-----------------------------	---	--	---	--	------------------

Elaborado por: El Autor

6.9 Socialización de Resultados

La investigación fue Socializada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra que contó con la participación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Ambiental y Ecodesarrollo pertenecientes al séptimo nivel, a cargo del docente César Zuleta, para darles a conocer a los estudiantes el tema de investigación con los resultados preliminares del proyecto de estudio resaltando la dispersión de contaminantes y el Plan de Manejo Ambiental.

Para evaluar la relevancia de la investigación se aplicó una encuesta (Anexo 13) obteniendo los siguientes resultados: La relevancia del proyecto de investigación fue calificada como muy alto en un 53%, alto 41% y medio en un 6%; sobre las perspectivas que posee esta investigación para estudios complementarios posteriormente, el 41% indicó que tiene un nivel muy alto y el 59 % un nivel alto; si el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, el 71% un nivel muy alto, y el 29% fue alto; y finalmente sobre los objetivos expuestos en la investigación, el 47% muy alto y el 53% alto. Las figuras estadísticas de estos resultados se encuentran en el (Anexo 14).

7. CONCLUSIONES

- Se diagnosticó la presencia de tres tipos de gases contaminantes Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂) y Monóxido de Nitrógeno (NO) para realizar su cuantificación, distribución y análisis de gases.
- Según la Matriz de Leopold se puede concluir que un alto porcentaje de impactos son moderados y severos, ocasionado por las emisiones producidas por los buses del sector público debido a que el mantenimiento de estos no es continuo y genera más producción de esmog.
- En el punto de estudio número 1, el gas que con una concentración máxima fue el Monóxido de Carbono (CO) porque de lunes a jueves desde las 17:00 h hasta las 18:30 presenta una concentración de $7,5 \cdot 10^{-03}$ mg.m⁻³ y de viernes a domingo la misma concentración, pero desde las 13:00h hasta las 14:30.
- En el punto de estudio número 2, el gas que más emite fue el Dióxido de Carbono (CO₂) porque de lunes a domingo desde las 7:00 h hasta las 18:30 presenta una concentración de $3,7 \cdot 10^{-02}$ mg.m⁻³ y de viernes a domingo una concentración de $8,1 \cdot 10^{-02}$ mg.m⁻³ desde las 7:00 h hasta las 18:30.
- En el punto de estudio número 3, el gas que emite una concentración máxima fue el Dióxido de Carbono (CO₂) porque de lunes a domingo desde las 7:00 h hasta las 18:30 presenta una concentración de $2,9 \cdot 10^{-02}$ mg.m⁻³ y de viernes a domingo una concentración de $6,1 \cdot 10^{-02}$ mg.m⁻³ desde las 7:00 h am hasta las 18:30.
- La mayor dispersión longitudinal de contaminación se evidenció con los contaminante Dióxido de Carbono (CO₂), y el Monóxido de Nitrógeno (NO); además este último contaminante fue el que presentó las concentraciones bajas.
- Los impactos negativos producidos por las emisiones atmosféricas de los buses pueden ser prevenidos, evitados, controlados y mitigados mediante la implementación de las actividades expuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones más a fondo sobre la distribución y concentración de contaminantes atmosféricos de manera mensual, para poder comparar los resultados con proyectos de tesis que contribuyan a la interpretación de manera óptima y confiable. Y en lo posible hacer comparaciones de como varían los datos de emisiones por horas.
- Para poder llevar a cabo las actividades expuestas en el Plan de Manejo Ambiental se recomienda hacer una evaluación de costos y un cronograma específico.
- Se sugiere que para realizar estudios de emisiones atmosféricas los aparatos a utilizar deben estar debidamente calibrados para su posterior uso, ya que los datos tomados son la base importante de un proyecto.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2015). *Matrices de Evaluación de Impactos Ambientales, Propuestas Didácticas para desarrollo de la Investigación para las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente*. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/88683-Text%20de%20l'article-133039-1-10-20080703.pdf>
- Aránguez, E., Ordoñez, M., Serrano, J., y Galan, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*, 73(2), 123-132. doi: <https://doi.org/10.1590/S1135-57271999000200003>
- Arciniegas, C. (2013). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable. *Luna Azul*. (34), p.16.
- Astudillo, M. (2012). *Modelación de dispersión espacial de contaminantes del aire en la ciudad de Cuenca* (Tesis de Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Aleman, E. (2014). Modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/106515/>
- Avilés, F, y Rivera, M. (2018). *Dispersión de contaminantes atmosféricos por fuentes fijas de combustión del parque industrial de la ciudad de cuenca, mediante los softwares Screen View 3 y Disper 5.2* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y Turismo Sostenible*. Recuperado de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Bravo, M. (21 de agosto de 2018). El smog sigue siendo Problema. *Diario El Norte*. Recuperado de <https://www.elnorte.ec/ibarra/el-smog-sigue-siendo-problema-EA147226>
- Bustos, C. (2004). *Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso* (Tesis de Magister). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

- Cabrera, J. (2012). *Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Chavez, G. (14 de julio 2015). *Estrategia de manejo ambiental*. Chicago: Brother Rice High School. Recuperado de <https://es.slideshare.net/giovas1979/plan-de-manejo-ambiental-50525745>
- Chavez, F. (2009). *Estudio de la Dispersión de los Contaminantes Atmosféricos en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra* (Tesis Pregrado). Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Checa, M. (2015). *StuDocu*. Ámsterdam. StudeerSnel B.V., Keizersgracht. Recuperado de <https://www.studocu.com/es/document/upload?origin=download-button>
- Cortez, S. (2002). *Construcción de un modelo tridimensional para ajuste de campos de viento y dispersión de contaminantes en la atmósfera* (Tesis Doctoral). Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España.
- Conesa, V. (2011). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. México. Vol 4. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=entificacion+de+impactos+ambientales+&ots=r_2faMub4n&sig=eh7wOrWEeFAMC3IHkA78SVruhY#v=onepage&q=entificacion%20de%20impactos%20ambientales&f=false
- Cruz, I., Cabello, J., Sorinas, L., Varela, A., y Costa, I. (agosto 2015). Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en Ambientes Urbanos. En F. Carrera (Presidencia), *Contaminación Atmosférica sectores Urbanizados*. Simposio llevado a cabo en el XXXVI Congreso de la Organización del Trabajo y la Producción, Medellín, Colombia.
- Enríquez, L. (2015). *Emplazamientos Eólicos en la provincia de Chimborazo aplicando modelos matemáticos* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Járkov-República de Ucrania.

- Fierro, M (2013). *Inventario de emisiones de contaminantes del aire producidas por el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, mediante la aplicación del modelo EDMS* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Fuertes, H. (2014). *Declaración de Imapcto Ambiental* . Obtenido de Hospital Estándar de 200 camas ubicado en el cantón Durán, Provincia del Guayas: <http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/DIA-DURAN-DEFINITIVO-SIN-PPS-PARA-PAGINA-WEB1.pdf>
- García, M., Ramírez, H., Ulloa, H., García, O., y Alcalá, J. (2013, 02 de abril). Concentración de contaminantes SO₂, NO₂ y correlación con H⁺, SO⁴⁻² y NO₃⁻ durante la temporada de lluvias en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Scielo*. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482013000200004
- García, H. (2006). Evaluación del Riesgo por Emisiones de partículas en fuentes estacionarias de combustión Estudio Caso: Bogotá. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=T87uEuVP84kC&pg=PA22&dq=modelos+de+dispersi%C3%B3n+de+contaminantes+atmosf%C3%A9ricos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3ntTojczkAhWSmlkKHUxbBrAQ6AEILzAB#v=onepage&q=modelos%20de%20dispersi%C3%B3n%20de%20contaminantes%20atmosf%C3%A9ricos&f=false>
- Gracia, S. (2016). *Daños del azufre a los seres humanos*. Ciudad de México, México: Grupo Multimedia Lauman. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/danos-del-azufre-a-los-seres-humanos>
- García, N., y Espinoza, C. (2015). Dispersion de los contaminantes gaseosos generados en el sector productivo de Cuenca-Ecuador. *Revista Latinoamericana el ambiente y las Ciencias*, (5), p.15.

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra. (2016). *Control de gases a buses urbanos de la ciudad de Ibarra*. Recuperado de <https://www.ibarra.gob.ec/web/index.php/ibarra1234/noticiasactualidad/2149-control-de-gases-a-buses-urbanos-de-ibarra>
- Gómez, M. (2015). *Normativa y efectos jurídicos de la contaminación atmosférica ocasionada por los automotores en el Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Gomáriz, C. (2015). *Estudio de sostenibilidad energética para una piscina de altas prestaciones* (Tesis de pregrado). Escuela Técnica Superior de Camins, Barcelona, España.
- Jorquera, H. (Ed). (2015). *Introducción a la contaminación Atmosférica*. Santiago, Chile: Editorial edicionesuc@uc.cl
- Katz, M. (2011). *Materiales y materias primas: Azufre*. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/Normas%20APA%20Sexta%20Edición.pdf>
- Lantigua, I. (2004). *Un estudio confirma el peligro para la salud del exceso de ozono ambiental*. Texas, EU: elmundo.es. Recuperado de <https://www.elmundo.es/elmundosalud/2004/11/16/medicina/1100634083.html>
- Lakes Environmental. (2016). *Wind and Rain Rose Plots for Meteorological Data*. Recuperado de <https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>
- Linares, C. (2008). Un buen indicador de la contaminación urbana por causas antropogénicas Las PM_{2,5} y su afección a la salud. *El ecologista*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/EE_58_PM25.pdf
- Londoño, H. (2015). *Evaluación de Impactos Ambientales*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universitaria.

- Martínez, M. (2009). *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)*. Tunjuelito, Bogotá: Abby Publishing. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/hrFLeMgF2V.pdf
- Mendoza, M. (2014). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el cercado de Tacna, 2011-2012* (Tesis de Magister). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Formato de Ficha Ambiental*. Sistema Único de información Ambiental. Recuperado de www.ambiente.gob.ec
- Ministerio del medio Ambiente del Gobierno de Chile. (2016). *Calidad de aire y Educación Ambiental*. Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>
- Molina, M., y Jiménez, J. (2015). *Desarrollo de la metodología para la recolección y valoración de concentraciones de SO₂ del aire- ambiente en el parque industrial y las zonas de mayor tráfico de la ciudad de Cuenca* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Morales, R. (2006). *Episodios críticos de contaminación atmosférica*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Muñoz, E., Contreras, A., y Molero, M. (2018). *Ingeniería del medio ambiente*. Madrid, España: UNED.
- National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. (2019). Air Resources Laboratory. New York, EU: Website Maintained by ARL. Recuperado de <https://www.arl.noaa.gov/hysplit/hysplit/>

- Ñaupari, C. (2016). *Propuesta del plan de manejo ambiental del hospital general docente calderón* (Tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2016). *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Ojeda, M. (2006). El ozono estratosférico. *Tethys*, (3), 47. doi : 10.3369/tethys.2006.3.06
- Orozco, B. (2008). *Contaminación Ambiental: una visión desde la Química*. Madrid, España: Thomson.
- Ortiz, E. (2018). Turbulencia atmosférica en una gran zona verde andina tropical. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 43(166), 133 - 145. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.697>
- Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de enfermedades Respiratorias*, 26(3), 16-25.
- Pérez, M. (1998). Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad. *Revista Española de Salud Pública*, (12), p. 32.
- Pichardo, C. (2017). *Plan de Manejo Ambiental*. Bogotá, Colombia: Slideshare. Recuperado de <https://www.slideshare.net/CarmenSusanaPichardo/plan-demanejoambiental>
- Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra, PD Y OT. (2015). *Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra 2015-2023*, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/1060000260001_PD%20Y%20OT%20IBARRA%20UNIFICADO%20004_13-03-2015_17-34-44.pdf
- Ramírez, E., y Vivanco, S. (mayo de 2007). Memorias en Extenso. En R. Frías (director de la biblioteca Universitaria de Nuevo León), *Análisis de parámetros meteorológicos utilizando el modelo de la rosa de los vientos*. Simposio llevado a cabo en el Congreso Regional de la Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

- Rodríguez, L. (2016). *Propuesta de un plan de manejo ambiental para la agro empresa “la quesera” del cantón Colta provincia de Chimborazo* (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador.
- Rosas, G. (2015). *Estudio de impacto ambiental ex post y plan de manejo ambiental*. Pichicha, Quito: Grupo el Comercio. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/ESIA_GEC.pdf
- Salazar, J., y Emperatriz, T. (2017). *El plan de manejo ambiental como una herramienta para reducir costos ambientales en la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., 2016*” (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Sánchez, J. (23 de marzo de 2012). Características fisicoquímicas de los gases y partículas contaminantes del aire. Su impacto en el asma. *Iatreia*, (24), p.369-379.
- Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile. (2012). *Uso de modelos de Calidad del aire en el SEIA*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/Guia_uso_modelo_calidad_del_aire_seia.pdf
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (2013). *Calidad del aire: una práctica de vida*. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>
- Sbarato, D., Sbarato, V., y Ortega, J. (Ed). (2007). *Predicción y Evaluación de Impactos ambientales sobre la atmósfera*. Córdoba, Argentina: Encuentro.
- Suatunce, M. (2014). *Plan de Manejo Ambiental para emisiones atmosféricas contaminantes en la Av. 25 de junio, de la Ciudad de Babahoyo, Provincia de Los Ríos*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.
- Suárez, P. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental Ex-post para la Operación, Mantenimiento y Obras de Infraestructura Complementarias del Puerto de Manta*, Ecuador:

- Portuaria. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/Plan-de-Manejo-Ambiental-EX-POST-APM.pdf
- Suárez, E. (2018). *Contaminación Atmosférica Tema: 5*. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/12811758/>
- Tavara, C. (2014). *Modelos de Concentración de contaminantes atmosféricos*. Piura, Perú: Slideshare. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cristhian72797962/contaminacion-atmosfrica-42289285>
- Troposfera. (2005). *HYSPLIT: Cálculo de retrotrayectorias*. Coruña, España: Ferrol. Recuperado de <http://www.troposfera.org/conceptos/modelos-de-prediccion-de-calidad-del-aire/hysplit/>
- Valdez, Y. (2015). *Aspectos ambientales, técnicos y de seguridad de las actividades energéticas* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Vega, K. (Ed). (2009). *Química del Medio Ambiente*. Zaragoza, México: Alfaomega.
- Vicéns, J. (2016). *Limitaciones de los modelos gaussianos en la docencia de la simulación de la dispersión de especies en la atmósfera* (Tesis de Master). Universidad Politécnica de Cartagena, España.
- Villamil, A. (2017, 07 de diciembre). Plan de Manejo Ambiental para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. *Geoestudios*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/2.4.2_plan_de_manejo_ambietal_playas-posorja_0.pdf
- Villar, G. (2017). *Estudio de modelos de dispersión y su aplicación al control industrial* (Tesis de pregrado). Universidad de Alcalá, Henares, España.
- Vivanco, M., Fabiola, S., y Lara, E. (mayo de 2007). Memorias en Extenso. En R. Frías (director de la biblioteca Universitaria de Nuevo León), *Aplicación del modelo hysplit (hybrid single particle lagrangian integrated trayectories) para evaluar las trayectorias del aire y su impacto en la dispersión de contaminantes atmosférico*.

Simposio llevado a cabo en el Congreso Regional de la Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

World Health Organization, WHO. (2000). *Ozone and other photochemical oxidants*. Recuperado de <https://www.un.org/youthenvoy/2013/09/who-world-health-organisation/>

10. ANEXOS

Anexo 1. Glosario

- **Convección térmica:** Modo de transmisión de calor asociado a la conducción de calor que es transferido desde una zona o lugar con mayor temperatura hacia otra con menos temperatura.
- **Distribución de Gauss:** Es una función continua que especifica el número de veces que puede ocurrir un evento, y donde la probabilidad de la ocurrencia del evento es un simple acierto.
- **Fenómenos sinérgicos:** Surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema.
- **Focos de emisión:** Elemento o lugar específico a través el cual tiene lugar una descarga a la atmósfera de contaminantes de manera continua, discontinua o puntual y con un único origen.
- **Fluctuación irregular:** Determinan modificaciones que son periódicas y que siguen a las alteraciones que no son habituales.
- **Gradiente adiabático seco:** Variación de temperatura que experimentan las masas de aire en movimiento vertical, y cuando no se produce condensación en dicha masa de aire se denomina seco.
- **Gradiente vertical del ambiente:** Perfil real de temperatura del aire ambiental, considerado como la disminución en la temperatura con respecto a la altura.
- **Gradiente de temperatura:** Es la variación de la temperatura por unidad de distancia.
- **Partículas suspendidas:** Son una serie de diminutos cuerpos sólidos o gotas líquidas que se dispersan en la atmósfera, y son generadas por las actividades antropogénicas o naturales.
- **Pluma (dispersión):** Es una metodología en la cual se expresa la dispersión y movilidad de un gas en la atmósfera.

Anexo 2. Fotografías de la toma de datos



Anexo 3. Analizador de CO₂ ALNOR 8610



Anexo 4. Aparato analizador portátil de emisiones de gases de combustión E1100



Anexo 5. Anemómetro Kestrel 1000



Anexo 6. Tablas con datos de las tomas de las emisiones.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 23 de febrero del 2019												
Puntos	Toma No 1											
	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	5	0	322	0.8	9	0	312	1.2	25	6	330	0.6
2	22	0	352	0.3	0	0	295	2.2	15	0	275	2.3
3	9	0	301	0.9	0	4	294	2.5	5	6	285	3.1
4	4	0	249	0.6	0	4	272	3.2	15	1	320	1.5
5	32	0	312	0.6	9	0	302	1.2	29	0	306	0.8
6	13	0	308	1.0	0	4	294	1.9	20	0	288	0.6
7	5	0	322	0.9	0	0	270	3.8	6	0	280	2.5
8	10	3	285	2.1	0	0	272	4.5	6	0	288	1.8
9	0	0	272	1.0	9	0	285	1.2	14	2	270	1.0
10	9	0	332	0.7	0	0	312	3.1	15	1	310	2.6
11	9	1	272	1.2	0	0	283	0.6	7	0	318	1.5
12	9	0	285	1.1	8	0	294	0.6	18	3	288	0.9
13	7	1	316	0.9	2	0	303	0.5	61	4	295	0.7
14	34	0	295	0.6	0	1	284	2.6	30	24	283	1.2
15	0	0	294	0.5	11	0	280	1.8	6	1	280	1.7
16	3	0	332	0.6	3	0	274	1.2	6	4	320	1.9
17	0	0	315	0.3	0	0	272	3.1	12	1	277	1.8
18	3	0	312	0.5	1	0	265	1.6	26	2	303	0.8

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 24 de febrero del 2019												
Toma No 2												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	24	0	292	1.8	5	2	284	0.8	17	0	290	0.8
2	10	0	323	1.2	9	1	332	0.5	5	0	330	1.3
3	12	0	298	2.2	0	1	320	0.9	0	0	338	4.2
4	5	0	334	1.0	0	0	280	0.5	0	0	280	1.1
5	4	0	348	0.6	5	0	326	0.3	0	0	320	2.4
6	14	0	303	1.6	3	0	285	0.5	0	0	345	1.1
7	22	0	281	1.3	0	0	341	0.6	14	4	292	2.2
8	15	0	306	1.8	14	0	262	1.4	17	1	280	0.9
9	24	0	299	0.8	1	0	310	0.3	22	0	250	1.0
10	16	0	330	1.1	3	1	285	1.2	18	1	296	2.9
11	14	0	336	0.5	2	1	265	0.6	17	0	310	0.6
12	14	0	322	0.8	1	0	331	1.3	26	0	278	0.8
13	36	0	317	0.6	9	0	362	0.7	18	0	309	0.5
14	28	0	285	0.3	2	0	265	1.8	26	2	293	0.9
15	13	0	340	0.2	4	0	256	1.5	19	0	334	1.2
16	12	0	302	0.5	2	0	264	1.1	57	0	282	0.7
17	19	0	328	0.6	1	0	308	2.1	23	1	294	1.6
18	3	0	290	1.2	1	0	286	1.8	14	20	328	1.7

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra – Fecha: 11 de marzo del 2019												
Toma No 3												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	18	0	387	1.0	9	0	364	2.3	3	0	342	0.5
2	7	0	390	0.9	11	0	322	3.1	11	0	339	0.9
3	1	0	360	2.1	2	0	304	1.5	3	0	307	0.5
4	1	0	385	1.0	1	0	345	0.8	1	0	303	0.3
5	5	0	370	0.7	26	0	342	0.6	4	0	310	0.5
6	9	0	362	1.2	9	0	308	2.5	3	0	285	0.6
7	20	0	390	1.1	2	1	376	1.8	2	0	272	1.4
8	1	0	365	0.9	7	2	342	1.0	2	0	302	0.3
9	1	0	338	0.5	1	0	300	2.6	1	0	271	0.5
10	1	0	354	0.8	2	4	355	1.5	1	0	293	0.3
11	2	0	345	0.6	7	25	315	0.9	0	0	308	0.5
12	1	0	339	0.3	10	1	305	0.7	0	0	336	0.6
13	1	0	334	0.2	1	0	275	1.2	4	0	306	1.4
14	10	0	390	0.6	2	1	296	1.7	5	0	293	0.3
15	1	0	349	0.3	0	0	275	1.9	5	2	340	1.2
16	1	0	364	0.2	2	4	295	1.8	8	1	361	1.3
17	0	0	322	0.5	1	1	290	0.8	3	0	293	0.7
18	1	0	378	0.6	2	5	264	1.0	6	3	348	1.8

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 19 de marzo del 2019												
Toma No 4												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	12	0	336	0.3	4	0	372	2.4	11	0	359	1.6
2	18	0	390	0.9	7	0	345	1.1	2	0	292	1.2
3	15	0	338	0.6	4	0	302	2.2	0	0	310	2.2
4	7	0	347	0.6	2	0	345	0.9	1	0	317	1.0
5	17	0	375	1.0	10	4	304	1.8	2	0	358	0.6
6	24	0	362	0.9	1	0	281	1.2	2	0	367	1.6
7	7	0	352	2.1	0	0	280	2.2	0	0	295	1.3
8	15	0	336	0.5	4	0	315	1.0	0	0	280	1.8
9	12	9	347	0.8	0	0	277	0.6	0	0	354	1.2
10	14	0	380	0.6	6	0	317	1.6	0	0	346	2.2
11	18	2	352	0.3	6	0	310	1.3	2	0	350	2.5
12	5	4	376	0.2	0	0	376	1.8	2	0	333	0.6
13	0	0	388	0.5	0	0	285	0.6	2	0	361	1.2
14	0	0	303	1.2	0	0	298	1.3	0	0	355	1.9
15	38	0	307	1.1	0	0	279	0.7	0	0	330	2.0
16	0	0	328	0.9	3	0	307	1.8	0	1	351	4.5
17	1	15	290	0.6	0	0	288	1.5	2	0	333	1.2
18	15	8	331	0.5	0	0	284	1.0	1	0	284	3.1

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 27 de marzo del 2019												
Toma No 5												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	3	0	360	2.1	2	20	320	1.0	4	0	275	0.3
2	11	0	390	0.5	0	4	304	0.6	6	0	294	0.9
3	2	0	338	0.8	0	1	310	1.6	2	0	315	0.6
4	3	0	318	0.6	0	6	330	1.3	3	0	349	0.6
5	3	0	340	0.3	8	0	380	1.6	6	0	306	1.8
6	4	0	382	0.2	1	3	319	1.2	2	0	341	0.6
7	1	0	390	0.5	1	6	285	2.2	5	2	321	1.3
8	0	0	385	1.2	0	25	276	1.0	2	0	295	0.6
9	0	0	320	2.4	0	0	275	0.9	3	0	241	1.2
10	1	0	308	1.1	0	25	291	1.2	6	0	268	1.9
11	0	0	280	2.2	1	0	320	3.1	4	4	245	2.0
12	0	0	276	0.9	1	3	338	2.2	6	1	296	4.5
13	0	0	320	1.8	6	2	339	1.0	9	0	315	1.2
14	0	0	380	1.2	2	0	280	0.6	3	0	374	2.2
15	0	0	310	1.1	1	0	272	1.6	1	4	360	2.5
16	0	0	290	0.9	0	6	320	1.3	2	0	345	0.7
17	1	0	323	0.6	2	0	337	1.8	1	0	315	1.8
18	2	1	310	0.5	4	0	318	1.0	1	0	280	1.5

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 04 de abril del 2019												
Toma No 6												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	1	0	320	0.8	1	0	280	1.1	27	2	316	1.2
2	2	0	330	1.0	1	0	308	0.9	18	1	332	2.2
3	2	0	360	0.3	0	0	284	0.6	9	1	308	1.0
4	3	0	342	0.9	1	0	283	0.5	16	26	295	0.6
5	3	0	350	0.6	1	4	330	2.2	14	4	320	1.6
6	2	0	356	0.6	1	0	254	0.9	6	2	336	1.3
7	2	0	360	1.0	0	0	292	1.0	2	0	286	1.8
8	3	0	382	0.9	0	1	315	2.9	1	0	280	0.8
9	1	0	306	2.1	1	0	276	0.6	2	0	321	1.1
10	2	0	325	1.0	1	0	330	0.8	3	0	342	0.5
11	3	1	319	0.7	1	8	284	0.5	2	25	284	0.8
12	2	0	330	1.2	1	1	315	0.9	9	2	350	1.3
13	8	2	350	1.0	1	7	288	1.2	11	1	358	4.2
14	2	0	360	2.6	2	1	297	0.7	22	0	342	1.1
15	2	1	358	1.5	1	0	280	1.6	1	0	300	2.4
16	1	0	325	0.9	1	0	325	1.7	12	0	322	1.1
17	0	0	311	0.7	0	3	256	1.1	3	0	280	0.8
18	2	1	320	1.2	2	0	266	0.8	3	3	283	1.2

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 6.

Ciudad de Ibarra - Fecha: 12 de abril del 2019												
Toma No 7												
Puntos	Mañana - 7:00 a 8:30				Medio día - 13:00 a 14:30				Tarde- 17:00 a 18:30			
	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento	CO (mg. l ⁻¹)	NO (mg. l ⁻¹)	CO ₂ (mg. l ⁻¹)	Viento
1	7	0	323	0.9	21	0	351	1.2	10	0	389	1.0
2	5	0	341	0.8	7	0	301	2.2	30	0	374	0.7
3	2	0	345	1.2	19	0	315	2.5	8	0	330	1.2
4	8	0	316	1.0	12	0	297	3.2	18	0	350	1.1
5	4	0	306	1.1	20	0	335	1.2	6	1	348	0.9
6	6	0	284	0.8	6	25	333	1.9	12	6	390	0.6
7	3	0	355	0.3	10	1	297	3.8	16	0	385	0.5
8	2	0	286	0.9	19	25	304	4.5	14	0	360	1.8
9	1	0	176	0.6	11	2	309	1.2	4	0	334	1.2
10	5	1	344	0.6	15	1	380	3.1	21	0	297	2.2
11	2	20	288	1.0	18	0	310	0.6	7	0	325	1.0
12	4	0	340	0.9	11	0	376	0.8	13	0	378	0.6
13	9	0	311	2.1	30	0	339	1.3	26	0	351	1.6
14	3	6	325	1.2	21	1	381	4.2	15	0	345	1.8
15	2	20	361	1.3	17	0	313	1.1	7	0	372	1.5
16	1	25	261	0.6	17	1	359	2.4	14	0	365	1.1
17	1	4	310	1.2	18	0	340	1.1	9	0	319	2.1
18	2	25	334	0.5	11	0	339	2.2	17	0	333	1.8

Elaborado por: El Autor

Anexo 7. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 1

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Lunes	7:00-8:30	1	1	1	1,6.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	1	2	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	1	1	1	1,6.10 ⁻⁰²
Martes	7:00-8:30	14	12	13	2,1.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	6	0	3	5,0.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0
Miércoles	7:00-8:30	1	0	0,5	8,3.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	6	3	4,5	7,5.10 ⁻⁰²
Jueves	7:00-8:30	2	1	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	1	1	1	1,6.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	3	2	2,5	4,1.10 ⁻⁰²

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Viernes	7:00-8:30	5	1	3	5,00.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	15	11	13	2,17.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	21	4	12,5	2,08.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	9	0	4,5	7,50.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	0	9	4,5	7,50.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	15	14	14,5	2,42.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	16	24	20	3,33.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	3	1	2	3,33.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	18	22	20	3,33.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 7.

Día	Hora	Puntos y contaminante (NO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Lunes	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	4	0	2	3,33.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0
Martes	7:00-8:30	0	9	4,5	7,50.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0
Miércoles	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	25	0	12,5	2,08.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	0	0	0	0
Jueves	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (NO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Viernes	7:00-8:30	1	0	0,5	8,33.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	1	2	1,5	2,50.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0
Sábado	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	1	2	1,5	2,50.10 ⁻⁰²
Domingo	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	1	0	0,5	8,33.10 ⁻⁰³
	17:00-18:30	1	0	0,5	8,33.10 ⁻⁰³

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 7.

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO ₂)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Lunes	7:00-8:30	354	338	346	5,77.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	355	300	327,5	5,45.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	293	271	282	4,70.10 ⁻⁰¹
Martes	7:00-8:30	380	347	363,5	6,06.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	317	277	297	4,95.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	346	354	350	5,83.10 ⁻⁰¹
Miércoles	7:00-8:30	308	320	314	5,23.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	291	275	283	4,71.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	268	241	254,5	4,24.10 ⁻⁰¹
Jueves	7:00-8:30	325	306	315,5	5,26.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	330	276	303	5,05.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	342	231	331,5	5,53.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO ₂)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. 17 de Julio.	Av. Padre Aurelio Espinosa Polit		
Viernes	7:00-8:30	344	176	260	4,3.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	380	309	344,5	5,7.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	297	334	315,5	5,2.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	332	272	302	5,0.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	312	285	298,5	4,9.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	310	270	290	4,8.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	330	299	314,5	5,2.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	285	310	297,5	4,9.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	296	250	273	4,5.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Anexo 8. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 2

Día	Hora	Puntos CO														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo César Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Lunes	7:00-8:30	18	7	1	1	5	9	20	1	2	1	1	10	1	1	5,571	9,28.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	9	11	2	1	26	9	2	7	7	10	1	2	0	2	6,357	1,06.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	3	11	3	1	4	3	2	2	0	0	4	5	5	8	3,643	6,07.10 ⁻⁰²
Martes	7:00-8:30	12	18	15	7	17	24	7	15	18	5	0	0	38	0	12,571	2,10.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	4	7	4	2	10	1	0	4	6	0	0	0	0	3	2,929	4,88.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	11	2	0	1	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	1,714	2,86.10 ⁻⁰²
Miércoles	7:00-8:30	3	11	2	3	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1,929	3,21.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	2	0	0	0	8	1	1	0	1	1	6	2	1	0	1,643	2,74.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	4	6	2	3	6	2	5	2	4	6	9	3	1	2	3,929	6,55.10 ⁻⁰²
Jueves	7:00-8:30	1	2	2	3	3	2	2	3	3	2	8	2	2	1	2,571	4,29.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	2	1	1	0,857	1,43.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	27	18	9	16	14	6	2	1	2	9	11	22	1	12	10,714	1,79.10 ⁻⁰²

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 8.

Día	Hora	Puntos CO														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo Cesar Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Viernes	7:00-8:30	7	5	2	8	4	6	3	2	2	4	9	3	2	1	4,143	6,91.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	21	7	19	12	20	6	10	19	18	11	30	21	17	17	16,286	2,71.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	10	30	8	18	6	12	16	14	7	13	26	15	7	14	14	2,33.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	5	22	9	4	32	13	5	10	9	9	7	34	0	3	11,571	1,93.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	9	0	0	0	9	0	0	0	0	8	2	0	11	3	3	5,00.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	25	15	5	15	29	20	6	6	7	18	61	30	6	6	17,786	2,96.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	24	10	12	5	4	14	22	15	14	14	36	28	13	12	15,929	2,65.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	5	9	0	0	5	3	0	14	2	1	9	2	4	2	4	6,66.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	17	5	0	0	0	0	14	17	17	26	18	26	19	57	15,429	2,57.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 8.

Día	Hora	Puntos NO														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo Cesar Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Lunes	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13:00-14:30	0	0	0	0	0	0	1	2	25	1	0	1	0	4	2,429	4,0.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0,214	3,5.10 ⁻⁰³
Martes	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0,429	7,1.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,071	1,1.10 ⁻⁰³
Miércoles	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13:00-14:30	20	4	1	6	0	3	6	25	0	3	2	0	0	6	5,429	9,0.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0	0	0	2	0	4	1	0	0	4	0	0,786	1,3.10 ⁻⁰²
Jueves	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0,286	4,7.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0	0	0	0	4	0	0	1	8	1	7	1	0	0	1,571	2,6.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	2	1	1	26	4	2	0	0	25	2	1	0	0	0	4,571	7,6.10 ⁻⁰²

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 8.

Día	Hora	Puntos NO														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo Cesar Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Viernes	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	6	20	25	5,071	8,4.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	0	0	0	0	0	25	1	25	0	0	0	1	0	1	3,786	6,3.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	8,3.10 ⁻⁰³
Sábado	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0,357	5,9.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0,929	1,5.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	6	0	6	1	0	0	0	0	0	3	4	24	1	4	3,5	2,5.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13:00-14:30	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,357	5,9.10 ⁻⁰³
	17:00-18:30	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	0	0	0,5	8,3.10 ⁻⁰³

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 8.

Día	Hora	Puntos CO2														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo Cesar Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Lunes	7:00-8:30	387	390	360	385	370	362	390	365	345	339	334	390	349	364	366,429	6,11.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	364	322	304	345	342	308	376	342	315	305	275	296	275	295	318,857	5,31.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	342	339	307	303	310	285	272	302	308	336	306	293	340	361	314,571	5,24.10 ⁻⁰¹
Martes	7:00-8:30	336	390	338	347	375	362	352	336	352	376	388	303	307	328	349,286	5,82.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	372	345	302	345	304	281	280	315	310	376	285	298	279	307	314,214	5,24.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	359	292	310	317	358	367	295	280	350	333	361	355	330	351	332,714	5,55.10 ⁻⁰¹
Miércoles	7:00-8:30	360	390	338	318	340	38	390	385	280	276	320	380	310	290	339,929	5,67.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	320	304	310	330	380	319	285	276	320	338	339	280	272	320	313,786	5,23.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	275	294	315	349	306	341	321	295	245	296	315	374	360	345	316,5	5,28.10 ⁻⁰¹
Jueves	7:00-8:30	320	330	360	342	350	356	360	382	319	330	350	360	358	325	345,857	5,76.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	280	308	284	283	330	254	292	315	284	315	288	297	280	235	295,357	4,92.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	316	332	308	295	320	336	286	280	284	350	358	342	300	322	316,357	5,27.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 8.

Día	Hora	Puntos CO ₂														Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Mariano Acosta	Av. Eugenio Espejo	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera General Julio Andrade	Av. Rafael Larrea Andrade entre Carrera Sánchez y Cifuentes	Av. Alfredo Pérez Guerrero	Av. Obispo Cesar Mosquera	Av. Vicente Rocafuerte	Av. Miguel Oviedo y Juan Montalvo	Av. Rafael Troya	Av. Antonio José de Sucre	Av. Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colon	Av. Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo	Av. Manuel Chica Narváez	Av. Jaime Rivadeneira		
Viernes	7:00-8:30	323	341	345	316	306	284	355	286	288	340	311	325	361	261	317,286	5,29.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	351	301	315	297	335	333	297	304	310	376	339	381	313	359	329,357	5,49.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	389	374	330	350	348	390	385	360	325	378	351	345	372	365	361,571	6,03.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	322	352	301	249	312	308	322	285	272	285	316	295	294	332	303,214	5,05.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	312	295	294	272	302	294	270	272	283	294	303	284	280	274	287,786	4,80.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	330	275	285	320	306	288	280	288	318	288	295	283	280	320	296,857	4,95.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	292	323	298	334	348	303	281	306	336	322	317	285	340	302	313,357	5,22.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	284	332	320	280	326	285	341	262	265	331	362	265	256	264	298,071	4,97.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	290	330	338	280	320	345	292	280	310	278	309	293	334	282	305,786	5,10.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Anexo 9. Tablas de los promedios correspondientes al punto de estudio 3

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Lunes	7:00-8:30	0	1	0,5	8,3.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	1	2	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	3	6	4,5	7,5.10 ⁻⁰²
Martes	7:00-8:30	1	15	8	1,3.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	2	1	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
Miércoles	7:00-8:30	1	2	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	2	4	0,24	4,0.10 ⁻⁰³
	17:00-18:30	1	1	1	1,6.10 ⁻⁰²
Jueves	7:00-8:30	0	2	1	1,6.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	0	2	1	1,6.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	3	3	3	5,0.10 ⁻⁰²

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Viernes	7:00-8:30	1	2	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	18	11	14,5	2,4.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	9	17	13	2,1.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	0	3	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
	13:00-14:30	0	1	0,5	8,3.10 ⁻⁰³
	17:00-18:30	12	26	19	3,1.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	19	3	11	1,8.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	1	1	1	1,6.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	23	14	18,5	3,0.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 9.

Día	Hora	Puntos y contaminante (NO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Lunes	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	1	5	3	5,00.10 ⁻⁰²
	17:00-18:30	0	3	1,5	2,50.10 ⁻⁰²
Martes	7:00-8:30	15	8	11,5	1,92.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0
Miércoles	7:00-8:30	0	1	0,5	8,33.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0
Jueves	7:00-8:30	0	1	0,5	8,33.10 ⁻⁰³
	13:00-14:30	3	0	1,5	2,5.10 ⁻⁰⁵²
	17:00-18:30	0	3	1,5	2,50.01 ⁻⁰²

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (NO)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Viernes	7:00-8:30	4	25	14,5	2,4.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	0	0	0	0
Sábado	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	1	2	1,5	2,5.10 ⁻⁰²
Domingo	7:00-8:30	0	0	0	0
	13:00-14:30	0	0	0	0
	17:00-18:30	1	20	10,5	1,7.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 9.

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO ₂)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Lunes	7:00-8:30	322	378	350	5,8.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	290	264	277	4,6.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	293	348	320,5	5,3.10 ⁻⁰¹
Martes	7:00-8:30	290	331	310,5	5,1.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	288	284	286	4,7.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	333	284	308,5	5,1.10 ⁻⁰¹
Miércoles	7:00-8:30	323	310	316,5	5,2.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	337	318	327,5	5,4.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	315	280	297,5	4,9.10 ⁻⁰¹
Jueves	7:00-8:30	311	320	315,5	5,2.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	256	266	261	4,3.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	280	283	281,5	4,6.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Día	Hora	Puntos y contaminante (CO ₂)		Total, promedio (mg. l ⁻¹)	Total (g.s ⁻¹)
		Av. Víctor Manuel Guzmán	Av. Mariano Acosta y Fray Bartolomé Casas		
Viernes	7:00-8:30	310	334	322	5,3.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	340	339	339,5	5,6.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	319	333	326	5,4.10 ⁻⁰¹
Sábado	7:00-8:30	315	312	313,5	5,2.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	272	265	268,5	4,4.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	277	303	290	4,8.10 ⁻⁰¹
Domingo	7:00-8:30	328	290	309	5,1.10 ⁻⁰¹
	13:00-14:30	308	286	297	4,9.10 ⁻⁰¹
	17:00-18:30	294	328	311	5,1.10 ⁻⁰¹

Elaborado por: El Autor

Anexo 10. Datos Meteorológicos del INAMHI para generar la rosa de vientos

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	2	23	1	90	1,52	0,05
2019	2	23	2	360	1,52	0,05
2019	2	23	3	360	1,52	0,05
2019	2	23	4	360	1,52	0,05
2019	2	23	5	45	1,52	0,05
2019	2	23	6	315	1,52	0,05
2019	2	23	7	315	1,52	0,05
2019	2	23	8	315	1,52	0,05
2019	2	23	9	315	1,52	0,05
2019	2	23	10	315	1,52	0,05
2019	2	23	11	315	1,52	0,05
2019	2	23	12	315	1,52	0,05
2019	2	23	13	315	1,52	0,05
2019	2	23	14	270	1,52	0,05
2019	2	23	15	270	1,52	0,05
2019	2	23	16	270	1,52	0,05
2019	2	23	17	270	1,52	0,05
2019	2	23	18	180	1,52	0,05
2019	2	23	19	180	1,52	0,05
2019	2	23	20	180	1,52	0,05
2019	2	23	21	135	1,52	0,05
2019	2	23	22	225	1,52	0,05
2019	2	23	23	225	1,52	0,05
2019	2	23	24	225	1,52	0,05

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	2	24	1	90	1,29	23,109
2019	2	24	2	360	1,29	23,109
2019	2	24	3	360	1,29	23,109
2019	2	24	4	360	1,29	23,109
2019	2	24	5	360	1,29	23,109
2019	2	24	6	360	1,29	23,109
2019	2	24	7	45	1,29	23,109
2019	2	24	8	315	1,29	23,109
2019	2	24	9	315	1,29	23,109
2019	2	24	10	315	1,29	23,109
2019	2	24	11	315	1,29	23,109
2019	2	24	12	315	1,29	23,109
2019	2	24	13	315	1,29	23,109
2019	2	24	14	315	1,29	23,109
2019	2	24	15	315	1,29	23,109
2019	2	24	16	270	1,29	23,109
2019	2	24	17	270	1,29	23,109
2019	2	24	18	270	1,29	23,109
2019	2	24	19	270	1,29	23,109
2019	2	24	20	270	1,29	23,109
2019	2	24	21	180	1,29	23,109
2019	2	24	22	135	1,29	23,109
2019	2	24	23	225	1,29	23,109
2019	2	24	24	225	1,29	23,109

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	3	11	1	90	1,35	0
2019	3	11	2	360	1,35	0
2019	3	11	3	360	1,35	0
2019	3	11	4	360	1,35	0
2019	3	11	5	45	1,35	0
2019	3	11	6	315	1,35	0
2019	3	11	7	315	1,35	0
2019	3	11	8	315	1,35	0
2019	3	11	9	315	1,35	0
2019	3	11	10	315	1,35	0
2019	3	11	11	315	1,35	0
2019	3	11	12	315	1,35	0
2019	3	11	13	270	1,35	0
2019	3	11	14	270	1,35	0
2019	3	11	15	270	1,35	0
2019	3	11	16	180	1,35	0
2019	3	11	17	180	1,35	0
2019	3	11	18	180	1,35	0
2019	3	11	19	180	1,35	0
2019	3	11	20	135	1,35	0
2019	3	11	21	135	1,35	0
2019	3	11	22	135	1,35	0
2019	3	11	23	225	1,35	0
2019	3	11	24	255	1,35	0

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	3	19	1	90	1,108	14,169
2019	3	19	2	90	1,108	14,169
2019	3	19	3	360	1,108	14,169
2019	3	19	4	360	1,108	14,169
2019	3	19	5	360	1,108	14,169
2019	3	19	6	360	1,108	14,169
2019	3	19	7	45	1,108	14,169
2019	3	19	8	315	1,108	14,169
2019	3	19	9	315	1,108	14,169
2019	3	19	10	315	1,108	14,169
2019	3	19	11	315	1,108	14,169
2019	3	19	12	315	1,108	14,169
2019	3	19	13	270	1,108	14,169
2019	3	19	14	270	1,108	14,169
2019	3	19	15	270	1,108	14,169
2019	3	19	16	180	1,108	14,169
2019	3	19	17	180	1,108	14,169
2019	3	19	18	180	1,108	14,169
2019	3	19	19	135	1,108	14,169
2019	3	19	20	135	1,108	14,169
2019	3	19	21	225	1,108	14,169
2019	3	19	22	225	1,108	14,169
2019	3	19	23	225	1,108	14,169
2019	3	19	24	225	1,108	14,169

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	3	27	1	90	1,22	0
2019	3	27	2	90	1,22	0
2019	3	27	3	360	1,22	0
2019	3	27	4	360	1,22	0
2019	3	27	5	360	1,22	0
2019	3	27	6	45	1,22	0
2019	3	27	7	45	1,22	0
2019	3	27	8	315	1,22	0
2019	3	27	9	315	1,22	0
2019	3	27	10	315	1,22	0
2019	3	27	11	315	1,22	0
2019	3	27	12	315	1,22	0
2019	3	27	13	270	1,22	0
2019	3	27	14	270	1,22	0
2019	3	27	15	270	1,22	0
2019	3	27	16	180	1,22	0
2019	3	27	17	180	1,22	0
2019	3	27	18	180	1,22	0
2019	3	27	19	180	1,22	0
2019	3	27	20	135	1,22	0
2019	3	27	21	135	1,22	0
2019	3	27	22	225	1,22	0
2019	3	27	23	225	1,22	0
2019	3	27	24	225	1,22	0

Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	4	4	1	90	1,52	0,12
2019	4	4	2	360	1,52	0,12
2019	4	4	3	360	1,52	0,12
2019	4	4	4	360	1,52	0,12
2019	4	4	5	360	1,52	0,12
2019	4	4	6	360	1,52	0,12
2019	4	4	7	360	1,52	0,12
2019	4	4	8	45	1,52	0,12
2019	4	4	9	315	1,52	0,12
2019	4	4	10	315	1,52	0,12
2019	4	4	11	315	1,52	0,12
2019	4	4	12	315	1,52	0,12
2019	4	4	13	315	1,52	0,12
2019	4	4	14	315	1,52	0,12
2019	4	4	15	315	1,52	0,12
2019	4	4	16	315	1,52	0,12
2019	4	4	17	315	1,52	0,12
2019	4	4	18	315	1,52	0,12
2019	4	4	19	315	1,52	0,12
2019	4	4	20	315	1,52	0,12
2019	4	4	21	270	1,52	0,12
2019	4	4	22	180	1,52	0,12
2019	4	4	23	135	1,52	0,12
2019	4	4	24	225	1,52	0,12

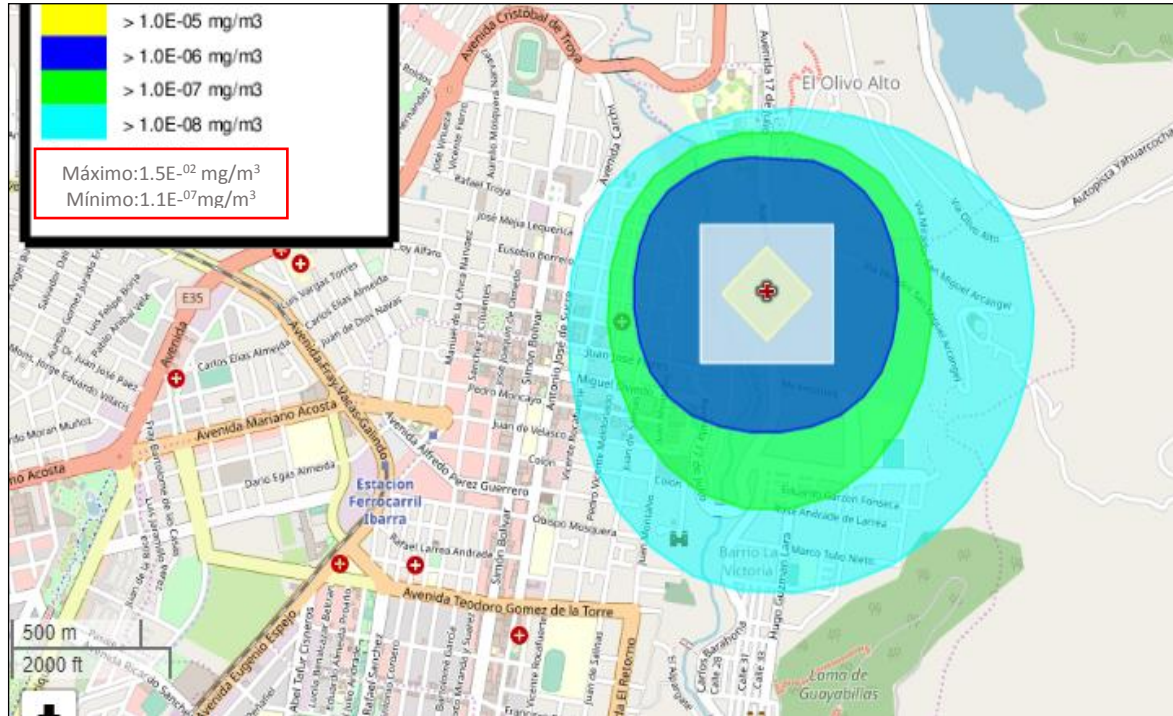
Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 10.

AÑO	MES	DIA	HORA	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	PRECIPITACION (mm)
2019	4	12	1	90	1,445	0
2019	4	12	2	90	1,445	0
2019	4	12	3	90	1,445	0
2019	4	12	4	360	1,445	0
2019	4	12	5	360	1,445	0
2019	4	12	6	45	1,445	0
2019	4	12	7	45	1,445	0
2019	4	12	8	315	1,445	0
2019	4	12	9	315	1,445	0
2019	4	12	10	315	1,445	0
2019	4	12	11	270	1,445	0
2019	4	12	12	270	1,445	0
2019	4	12	13	270	1,445	0
2019	4	12	14	270	1,445	0
2019	4	12	15	180	1,445	0
2019	4	12	16	180	1,445	0
2019	4	12	17	180	1,445	0
2019	4	12	18	180	1,445	0
2019	4	12	19	135	1,445	0
2019	4	12	20	135	1,445	0
2019	4	12	21	135	1,445	0
2019	4	12	22	135	1,445	0
2019	4	12	23	225	1,445	0
2019	4	12	24	225	1,445	0

Elaborado por: El Autor

Anexo 11. Gráficos de la dispersión y concentración de los contaminantes.

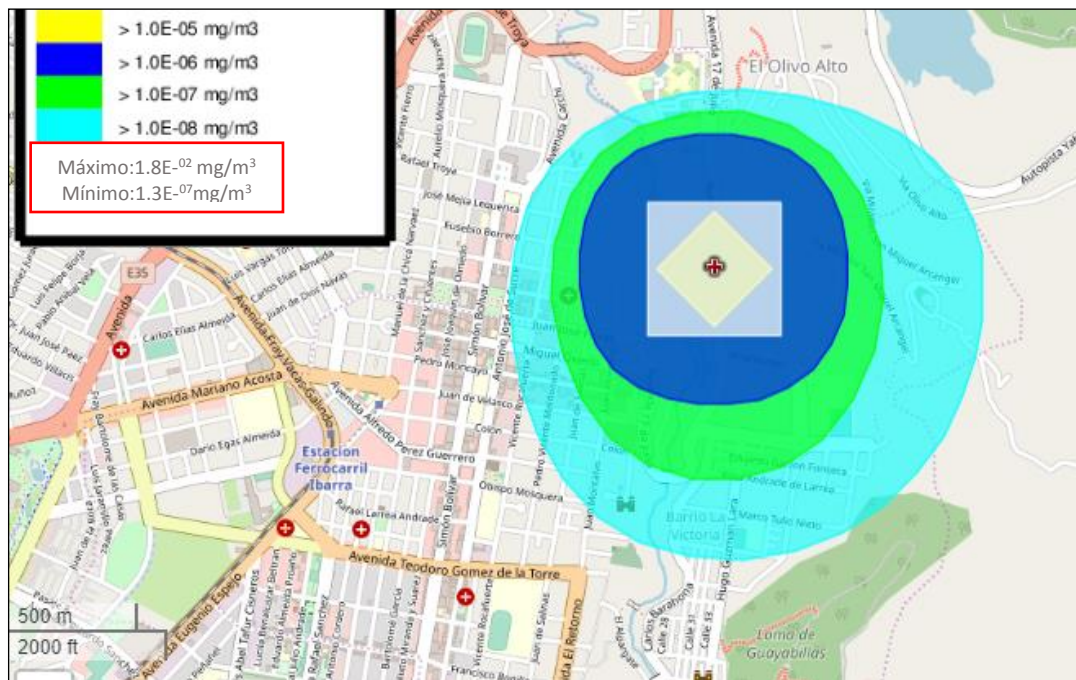


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30 am.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $1,5 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m y la mínima concentración es de $1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

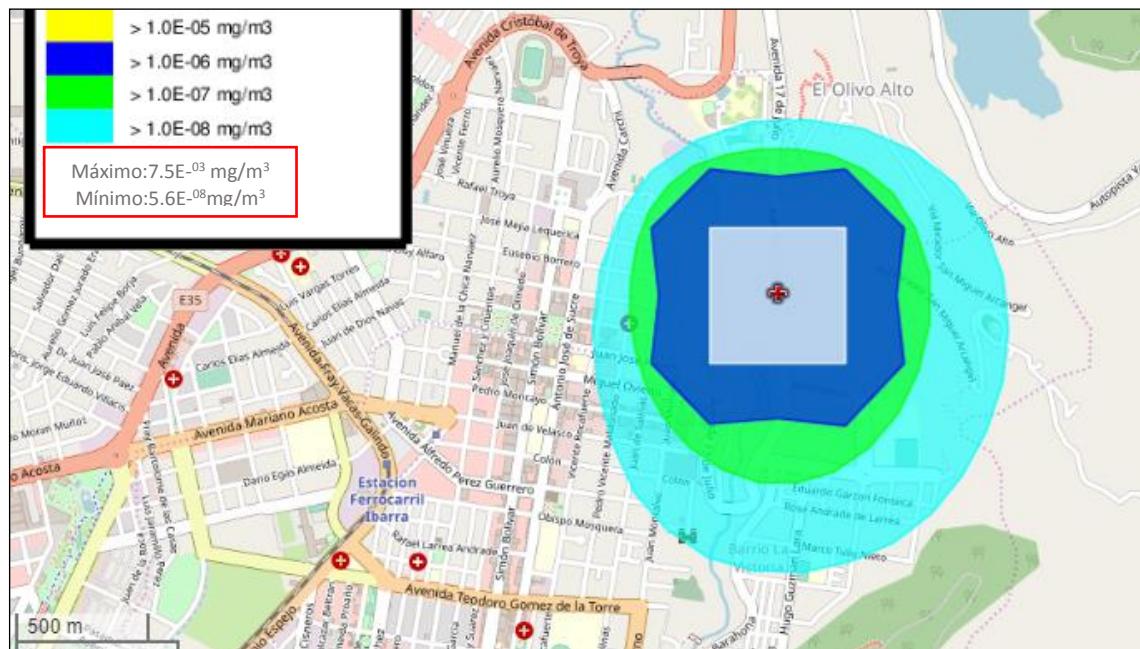


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30 pm.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $1,8 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

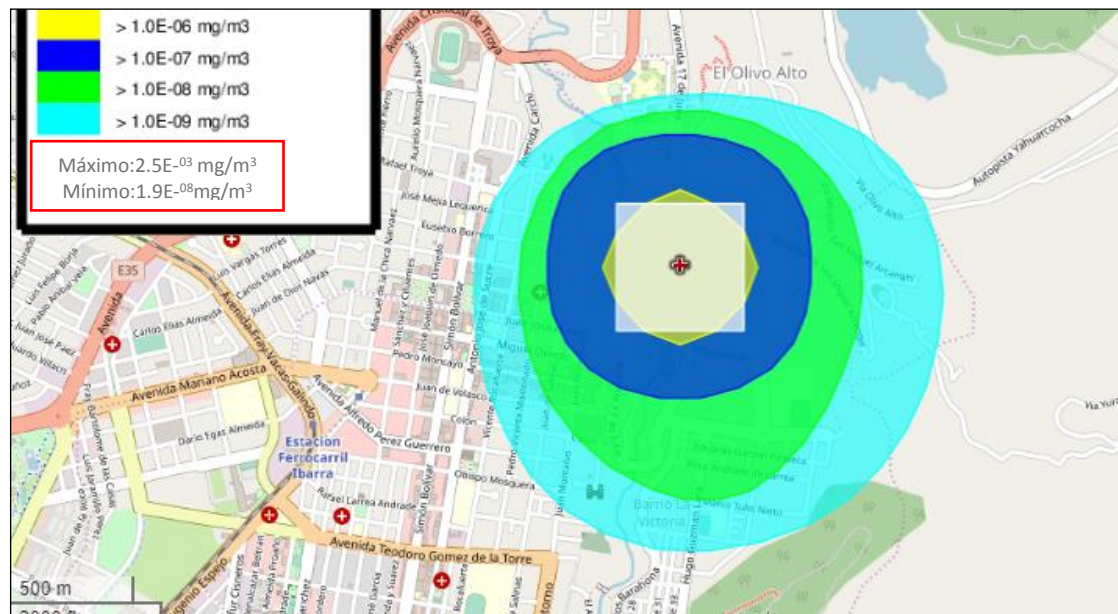


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 17:00-18:30 pm.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $7,5 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m y la mínima concentración es de $5,6 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

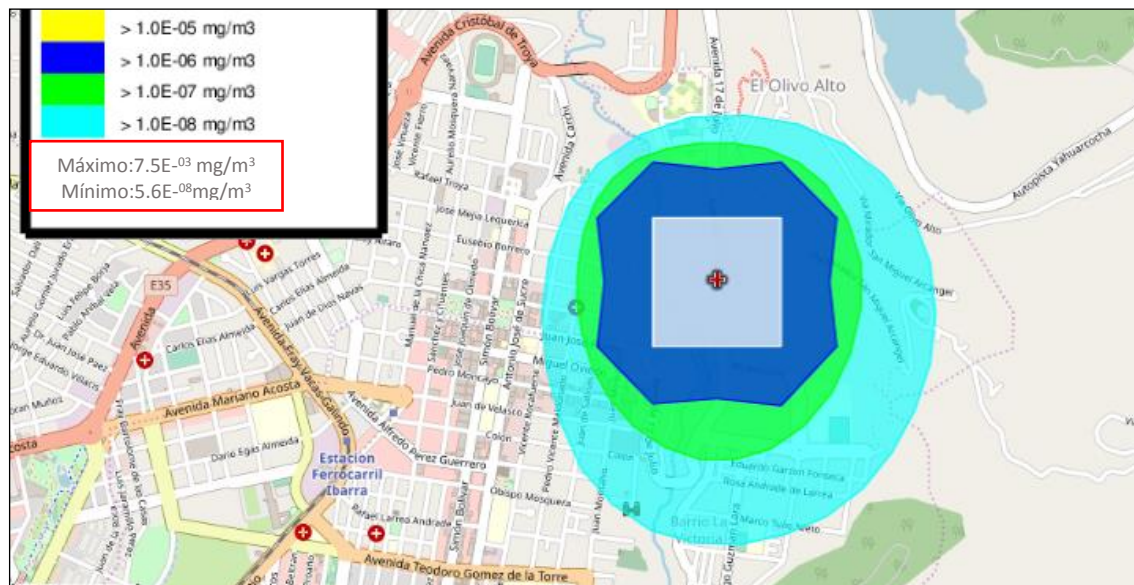


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 7:00-8:30 pm.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $2,5 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m y la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

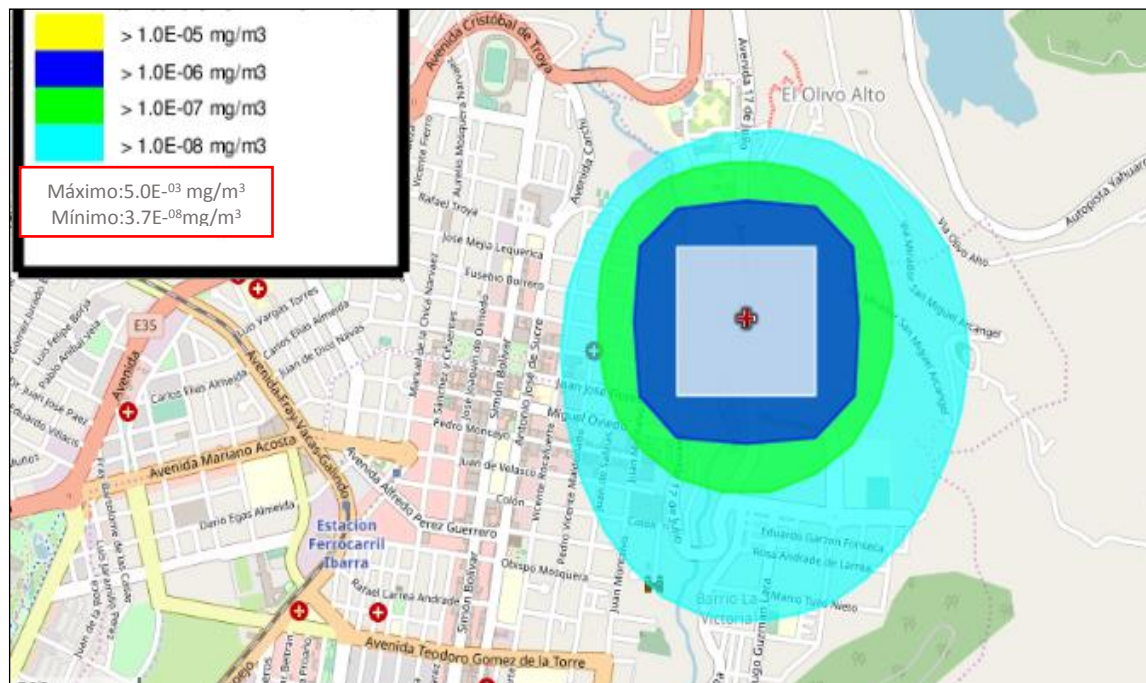


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 13:00-14:30 pm.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $7,5 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $5,6 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100 m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

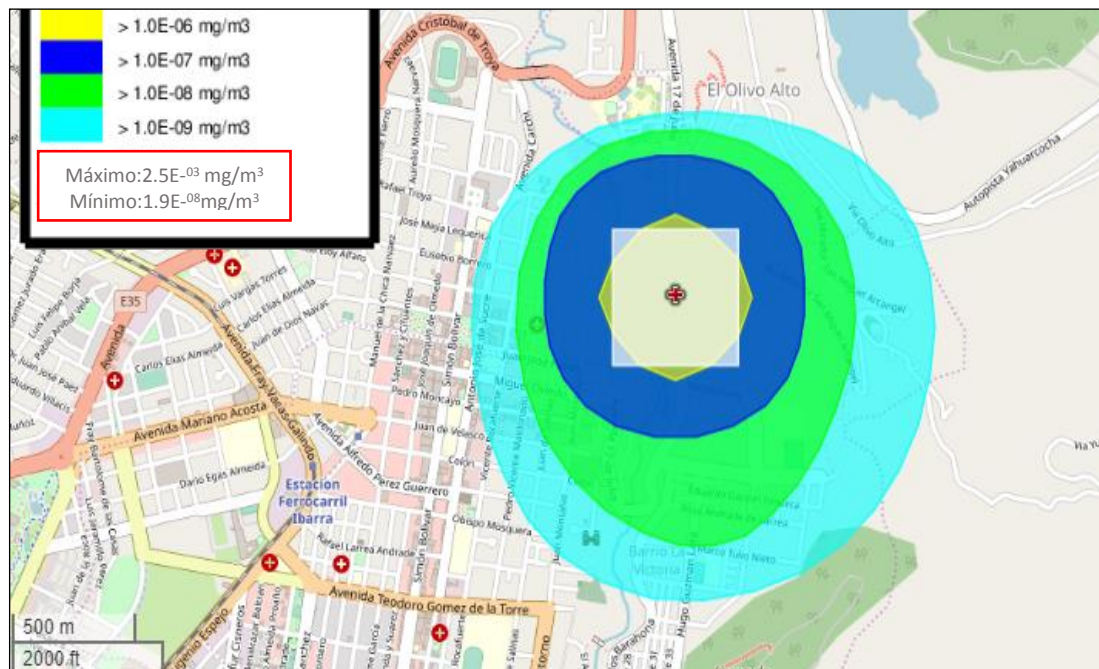


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 17:00-18:30 pm.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $5,0 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100m y la mínima concentración es de $3,7 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

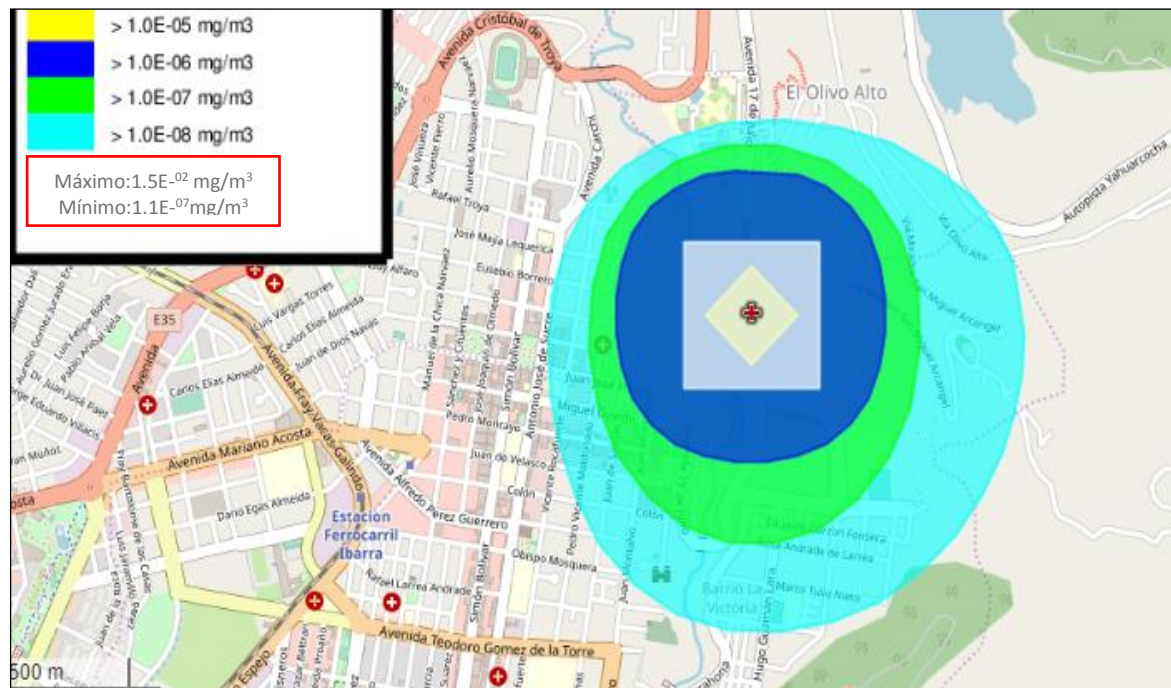


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30 pm.

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $2,5 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

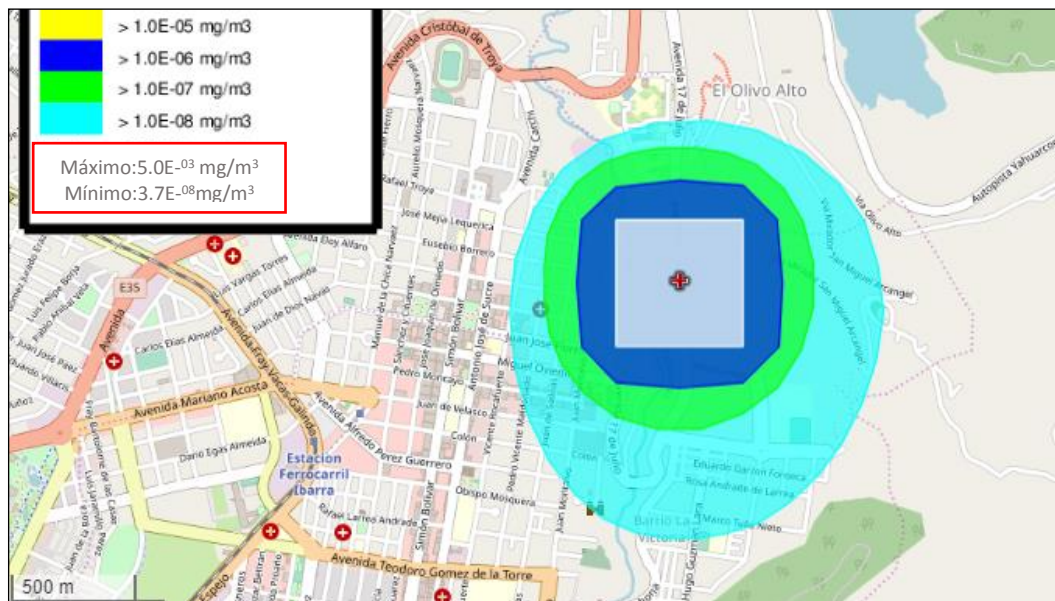


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30 pm.

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $1,5 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,1 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

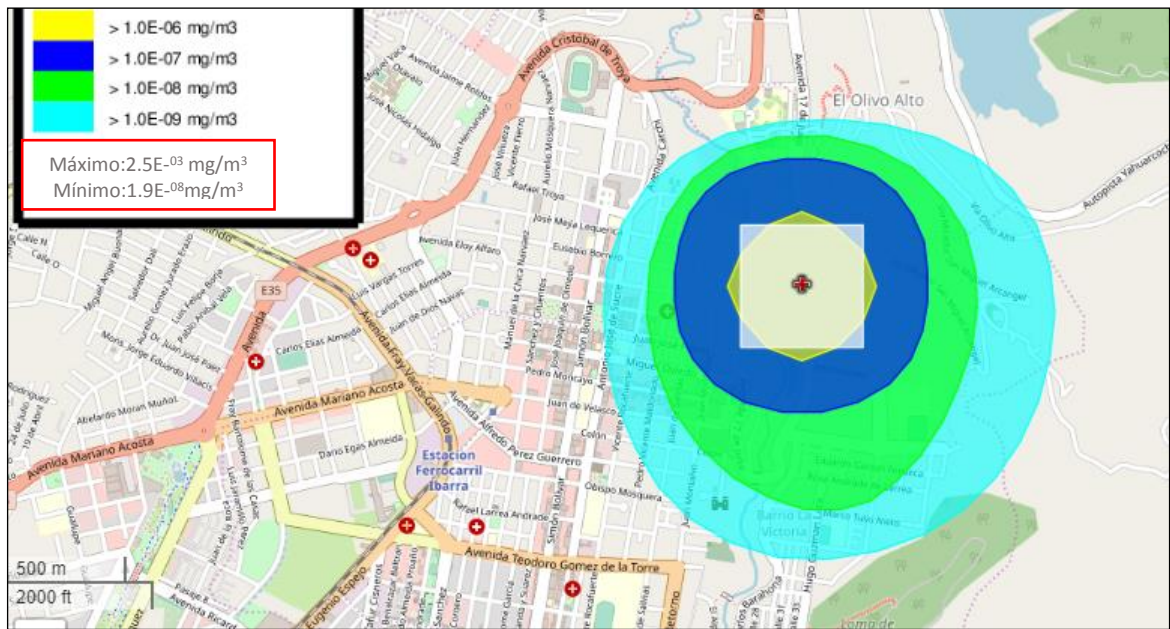


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 7:00-8:30 pm.

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $5,0 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,7 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

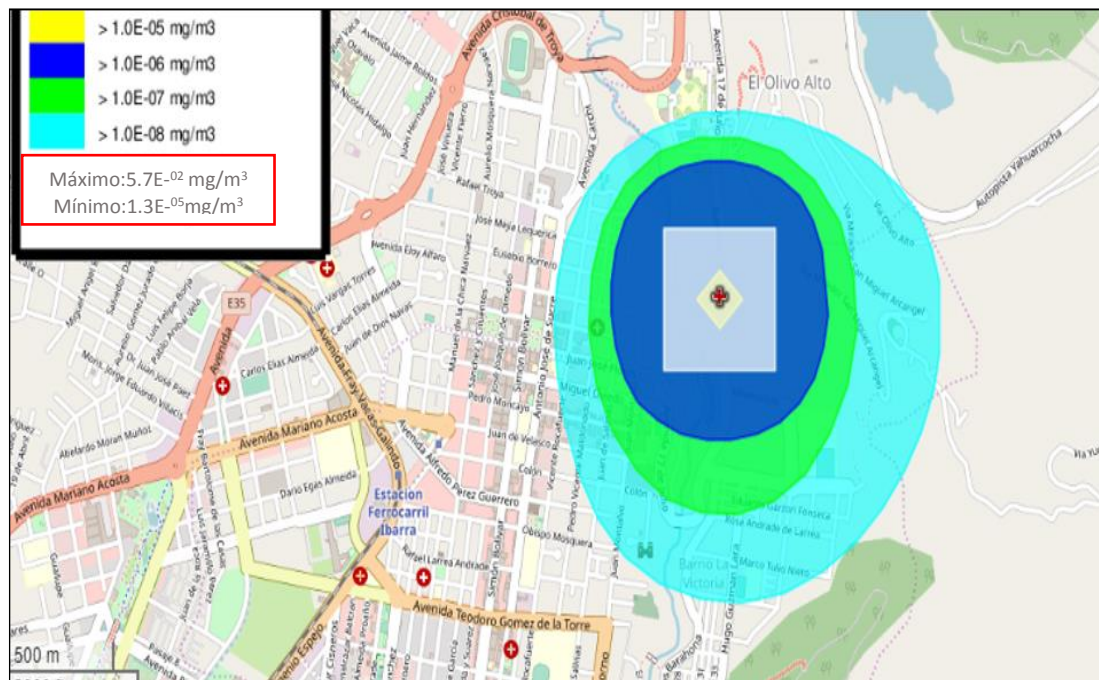


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 13:00-14:30 pm y lo mismo para las 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $2,5 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

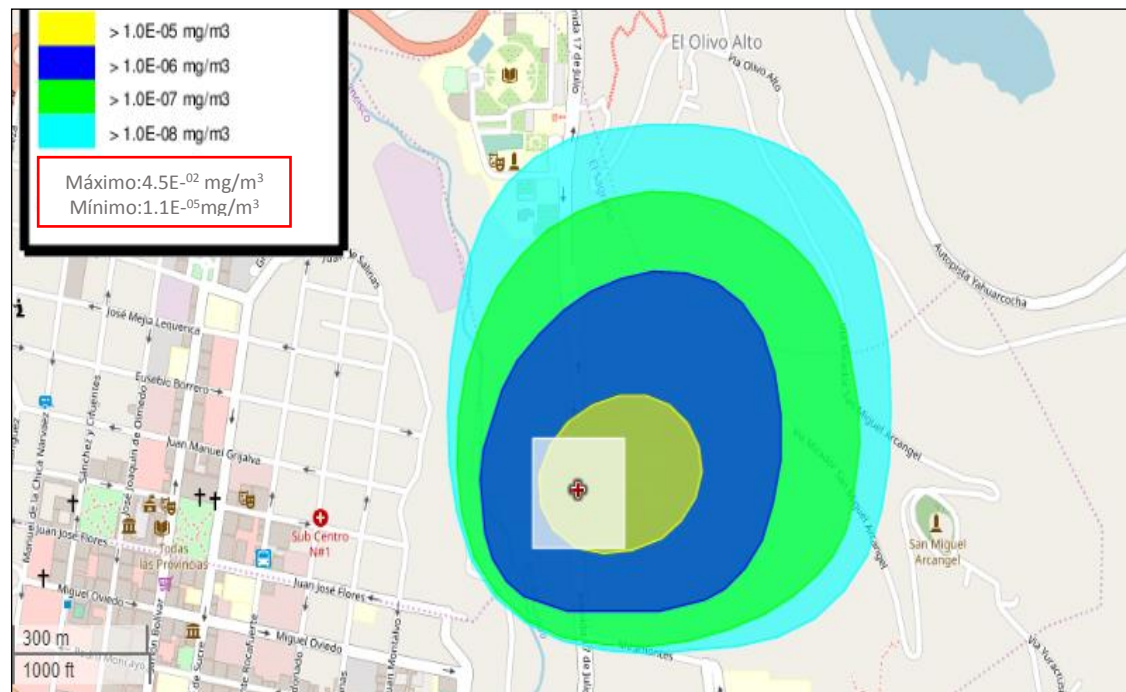


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO_2 en el punto de estudio 1, desde el día lunes a jueves de 7:00 am-18:30pm fue la misma concentración.

La contaminación producida por el CO_2 se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO_2 es de $5,7 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

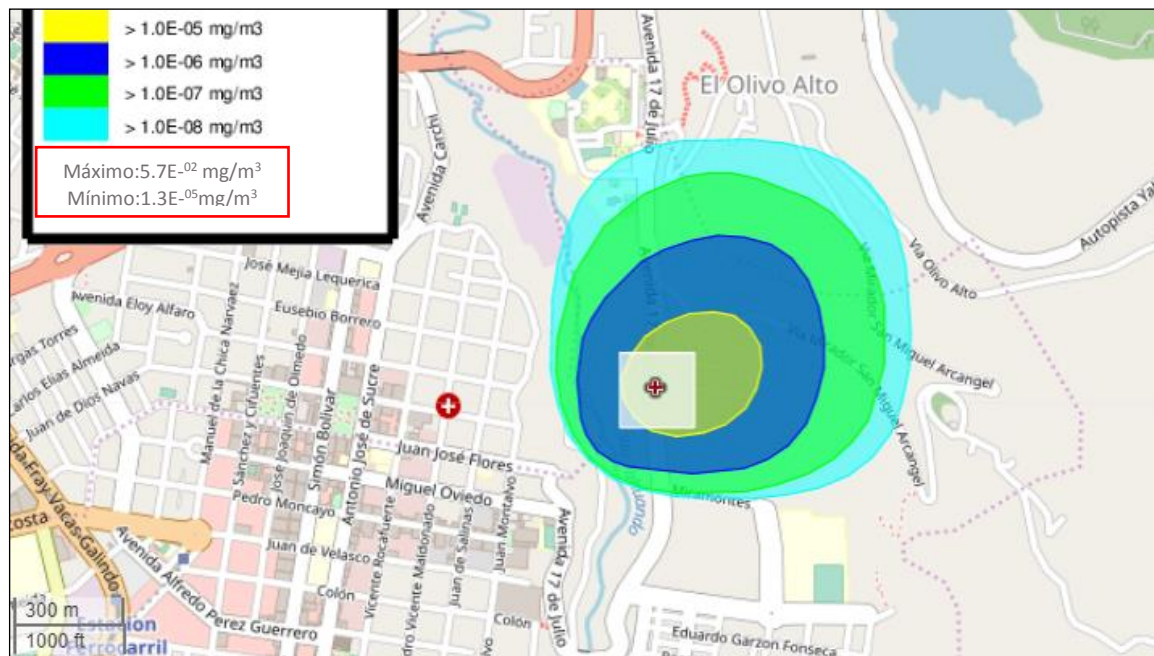


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO_2 en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 7:00-8:30am.

La contaminación producida por el CO_2 se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO_2 es de $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

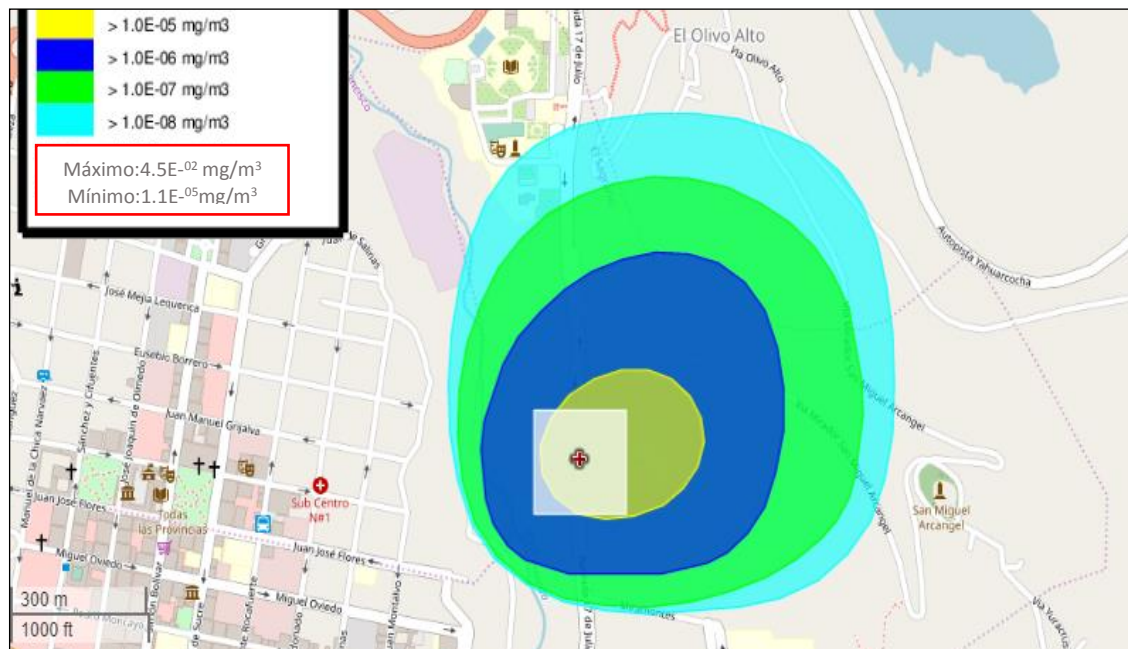


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 13:00-14:30am.

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO₂ es de $5,7 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 1, desde el día viernes a domingo de 17:00-16:30am.

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO₂ es de $4,5 \cdot 10^{-02} \text{ mg.m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,1 \cdot 10^{-05} \text{ mg.m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30am.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $7,3 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $5,1 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

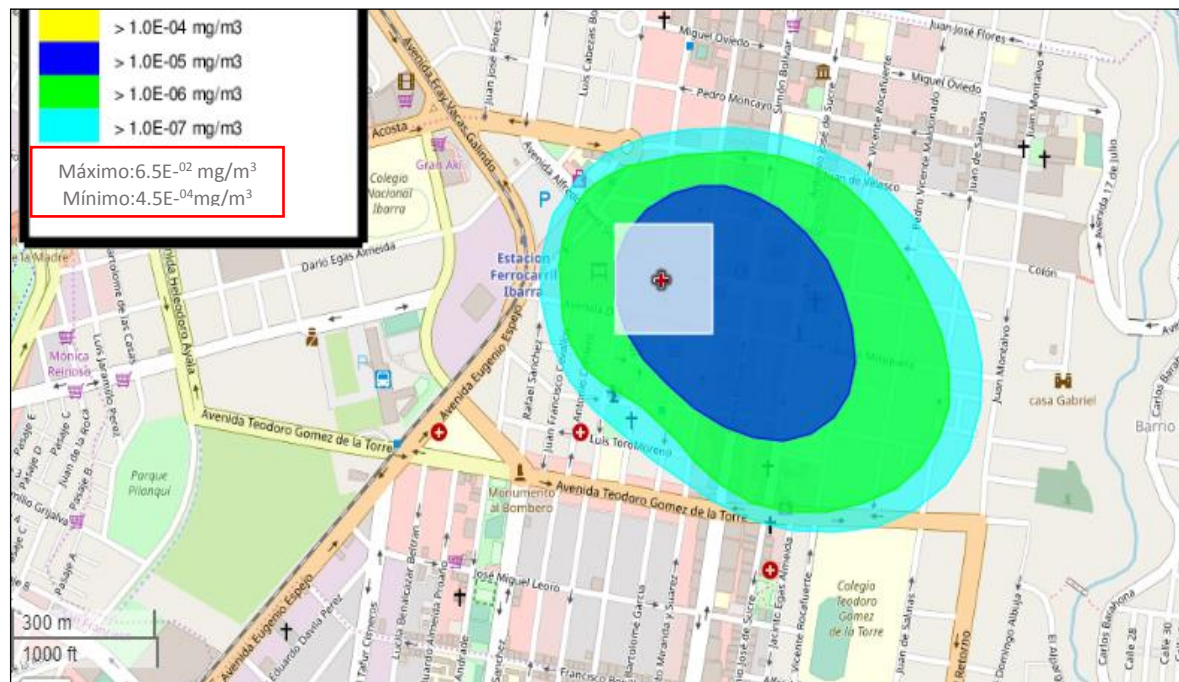


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30am.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $3,2 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $2,3 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

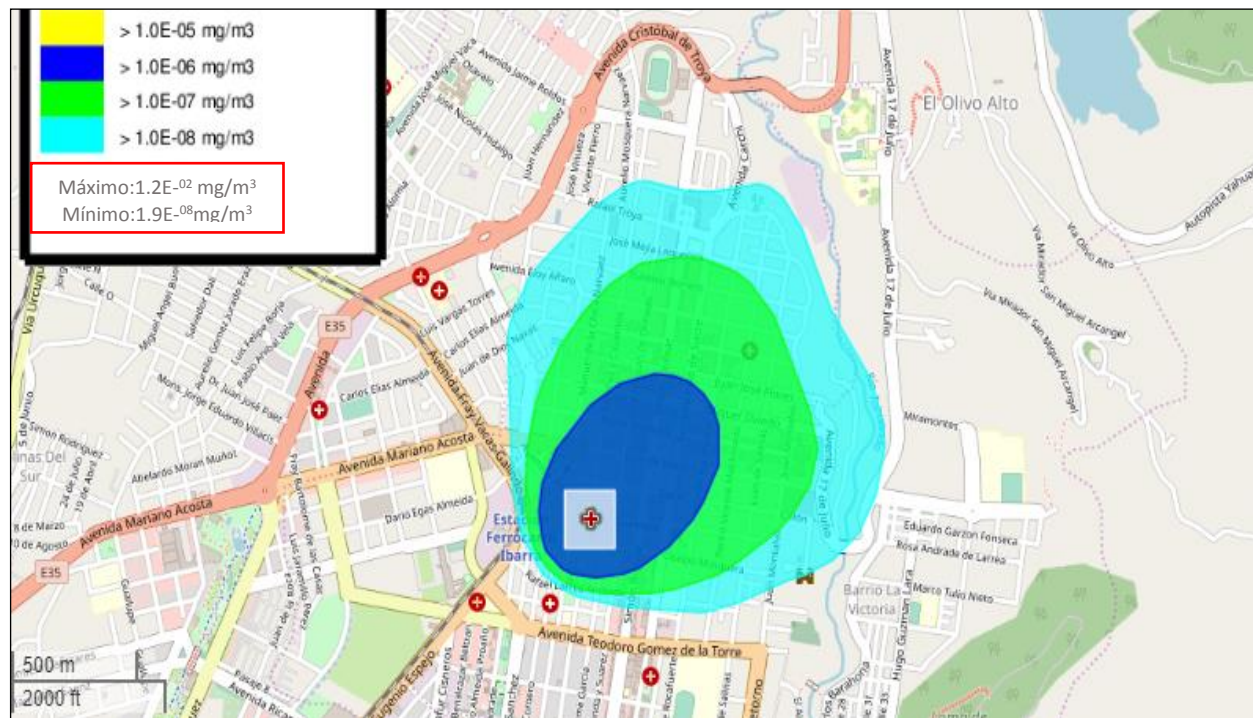


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 17:00-16:30am.

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $6,5 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $4,5 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 2, desde el día viernes a domingo de 7:00-8: 30am y 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO es de $1,2 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $5,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,8 \cdot 10^{-06} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

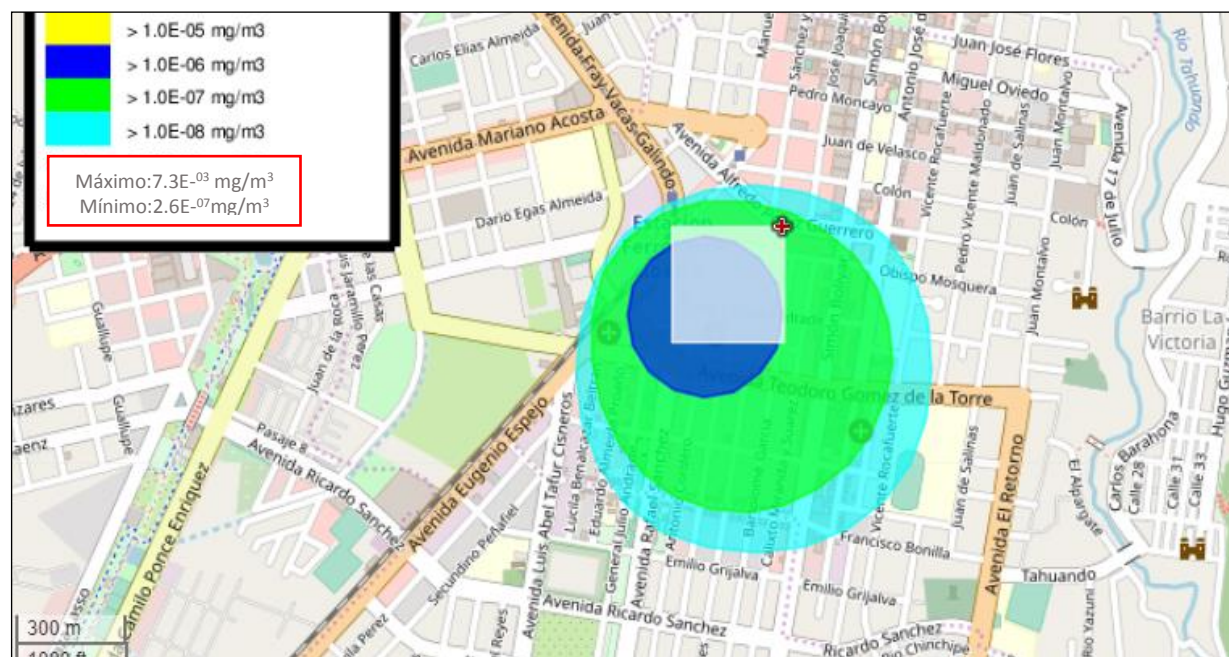


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $5,1 \cdot 10^{-02} \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,8 \cdot 10^{-06} \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $7,3 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $2,6 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

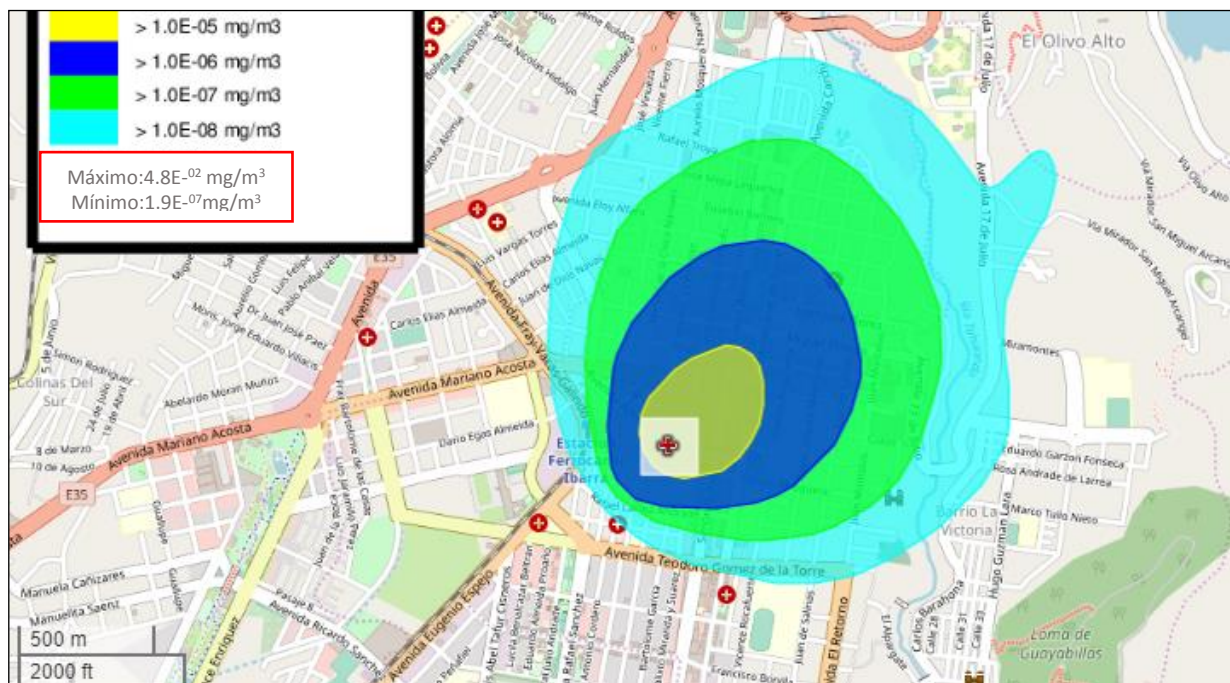


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día jueves a domingo de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del NO es de $3,2 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-08} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día jueves a domingo de 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del NO es de $4,8 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,9 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 2, desde el día jueves a domingo de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del NO es de $1,3 \cdot 10^{-01} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $5,1 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

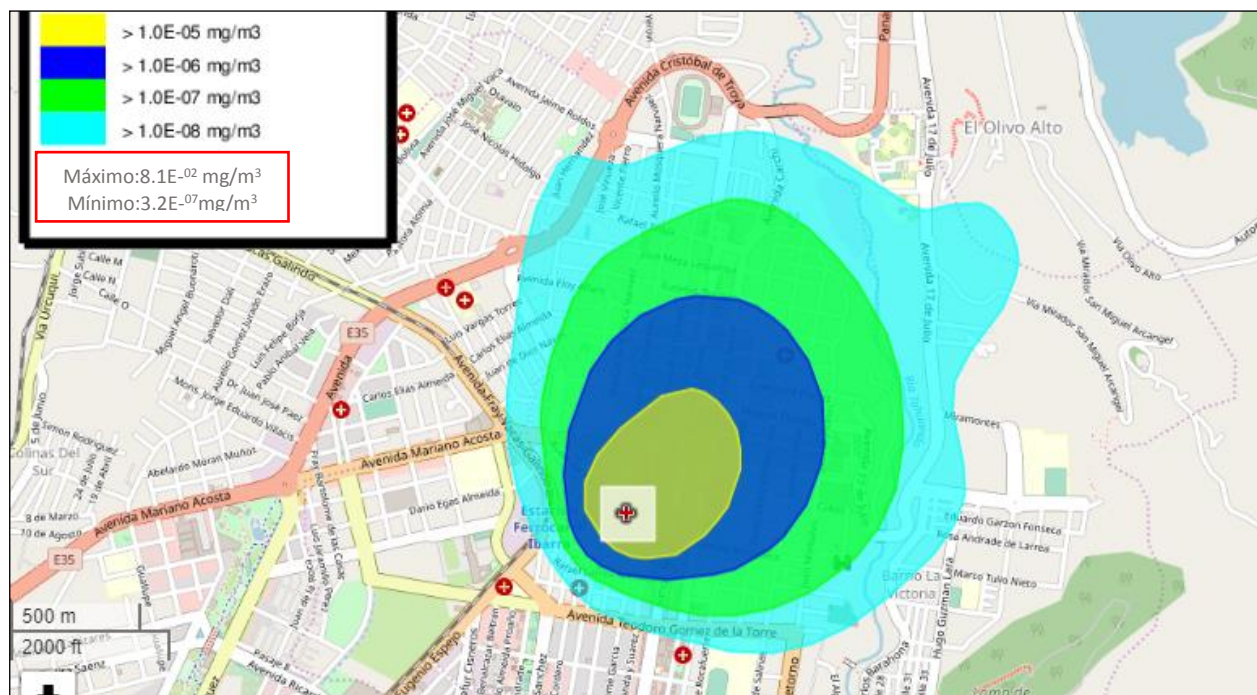


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 2, desde el día lunes a jueves de 7:00am -18:30pm lo mismo.

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO₂ es de $3,7 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-06} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

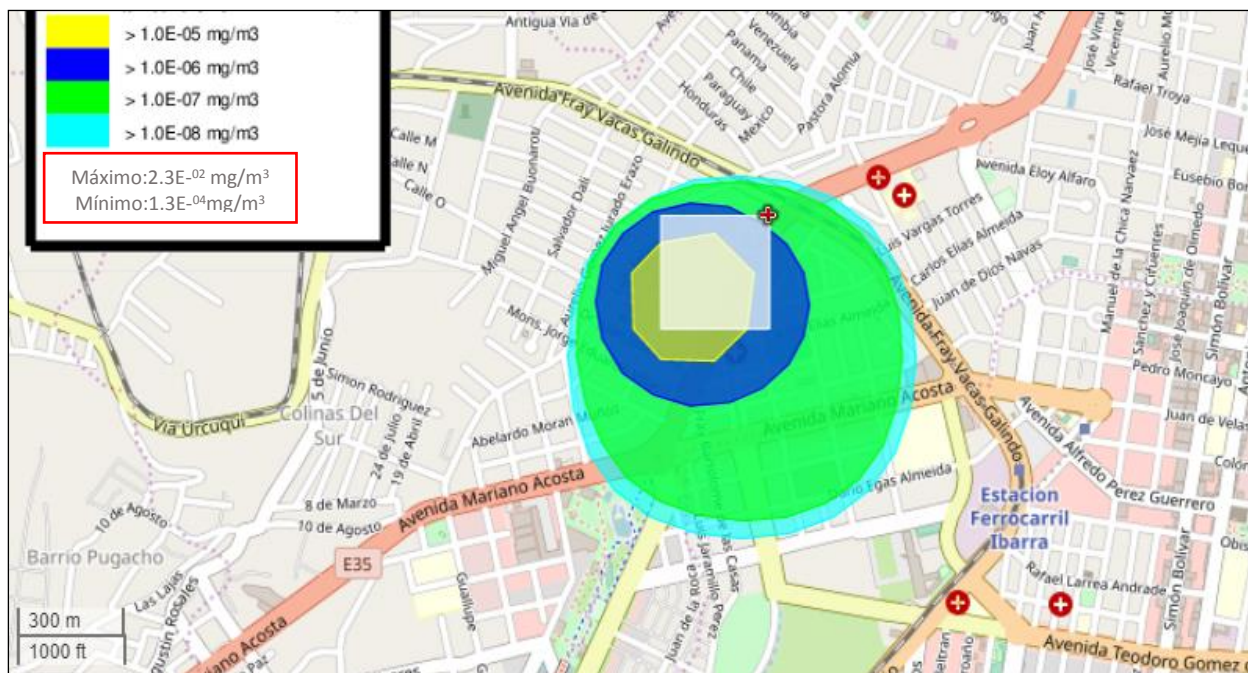


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 2, desde el día viernes a domingo de 7:00 am - 18:30pm lo mismo.

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO₂ es de $8,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $2,3 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

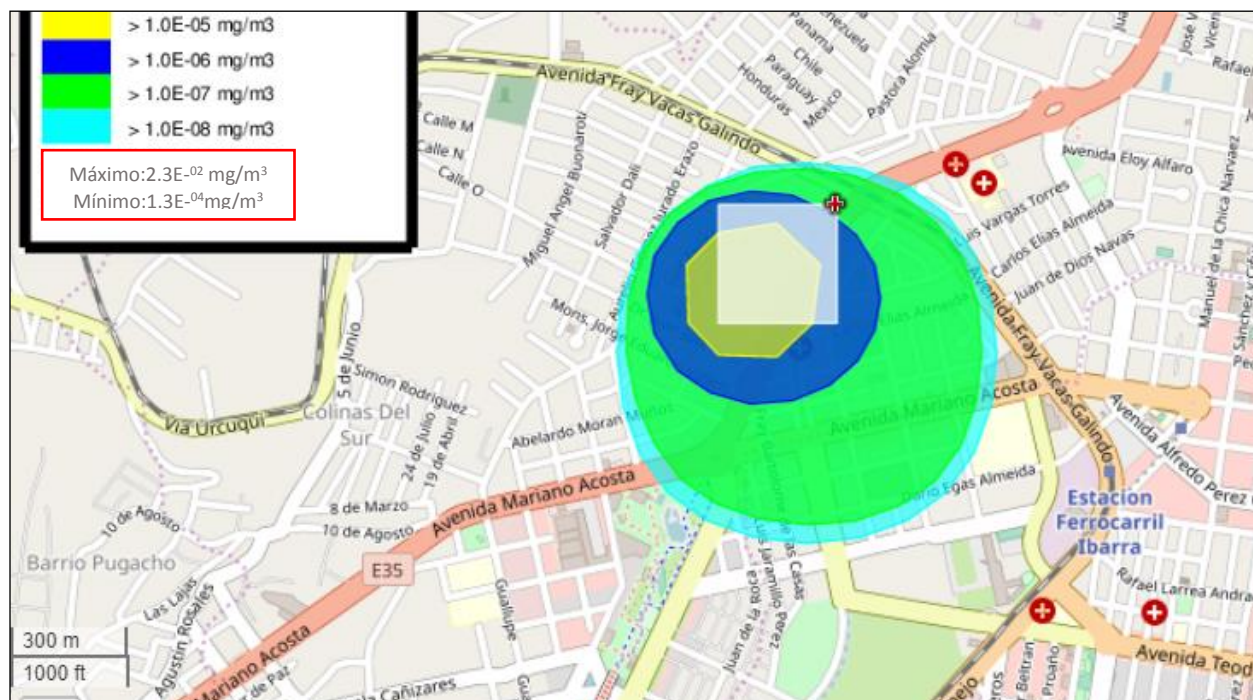


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $5,8 \cdot 10^{-03} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-05} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

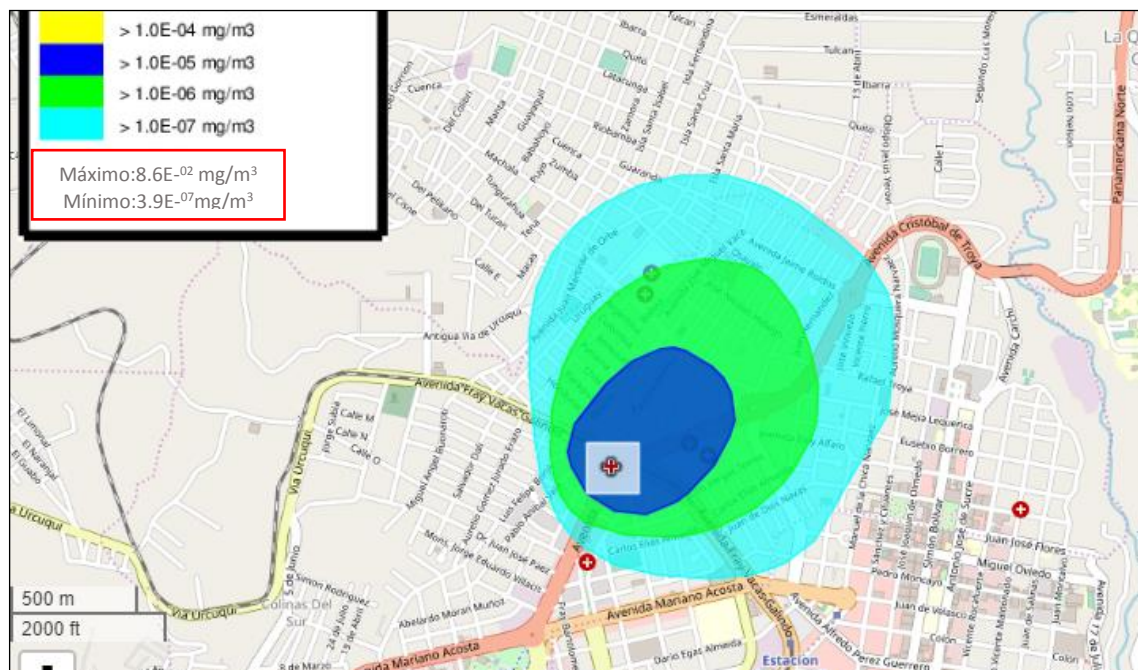


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO es de $2,3 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO es de $8,6 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,9 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

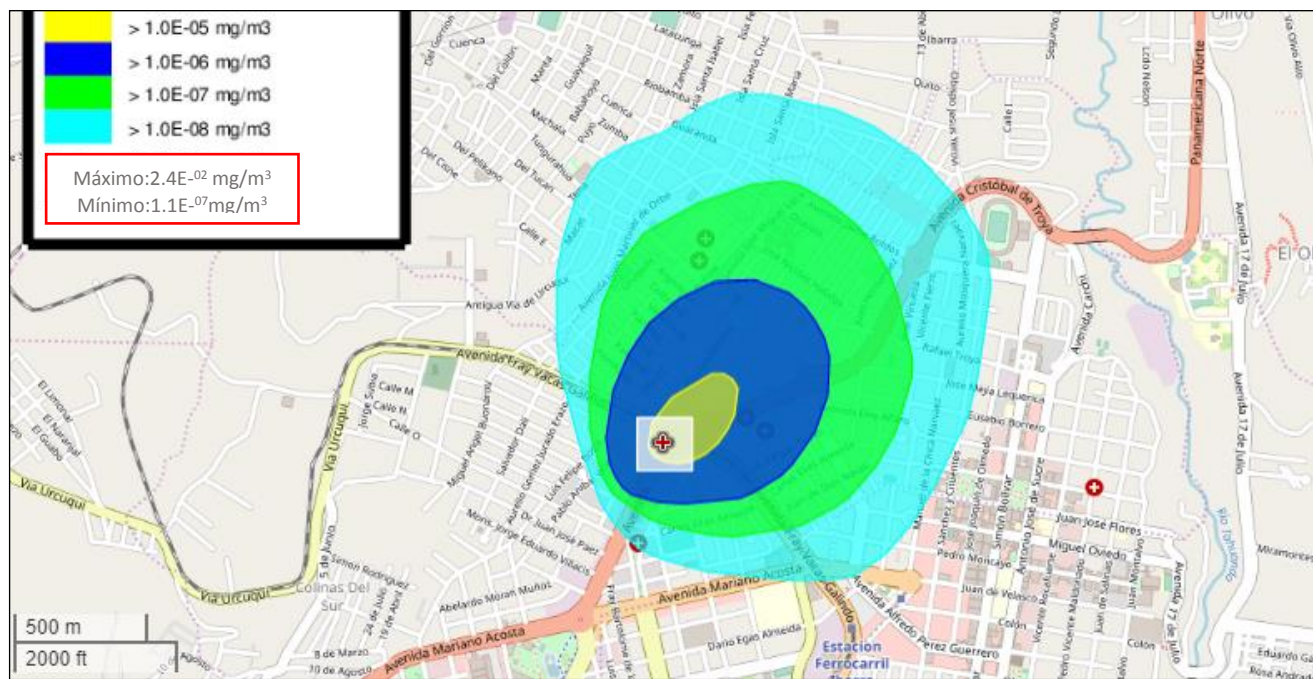


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO es de $9,8 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $4,4 \cdot 10^{-7} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

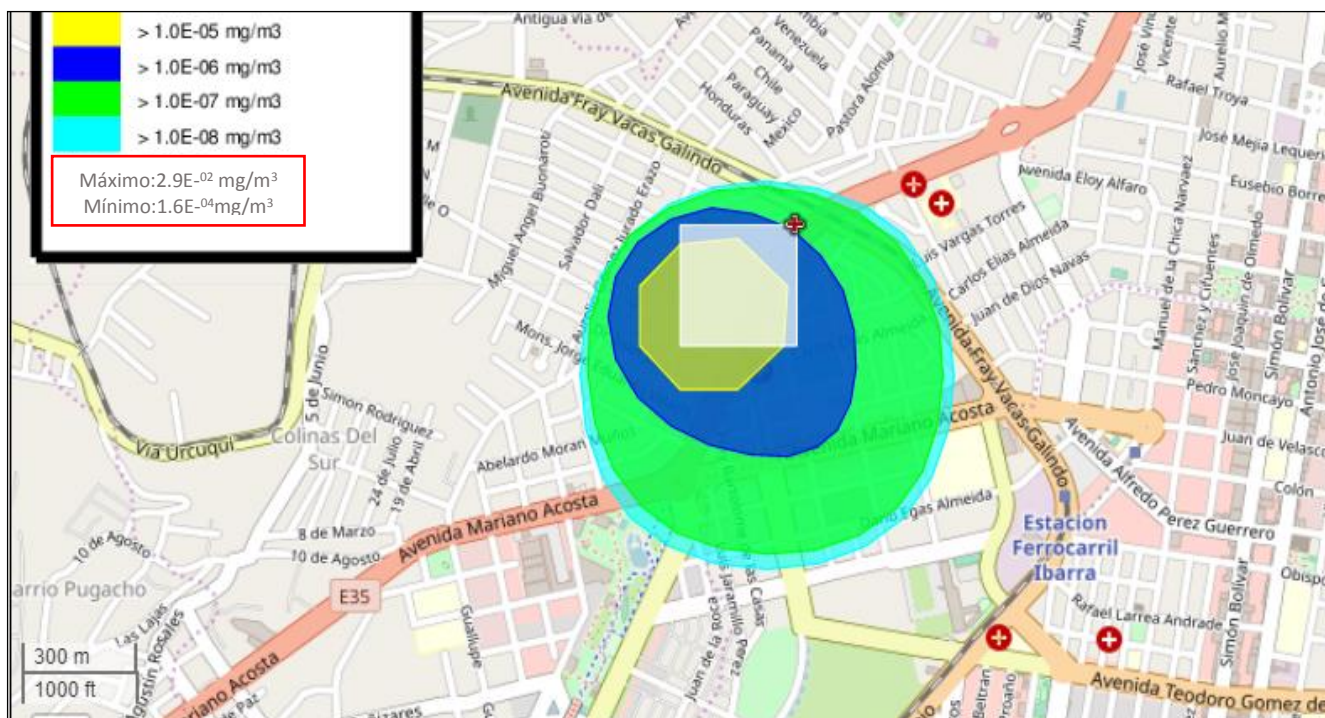


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el CO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO es de $2,4 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,1 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

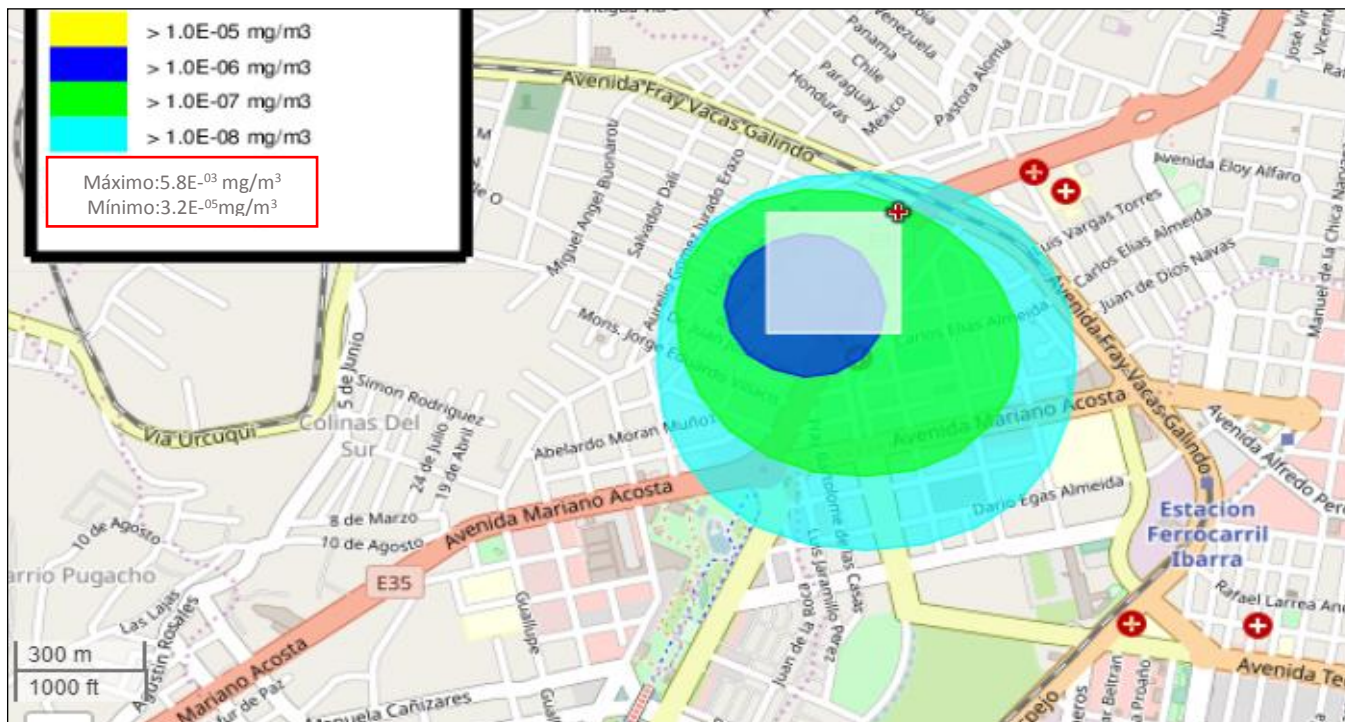


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $2,9 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,6 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

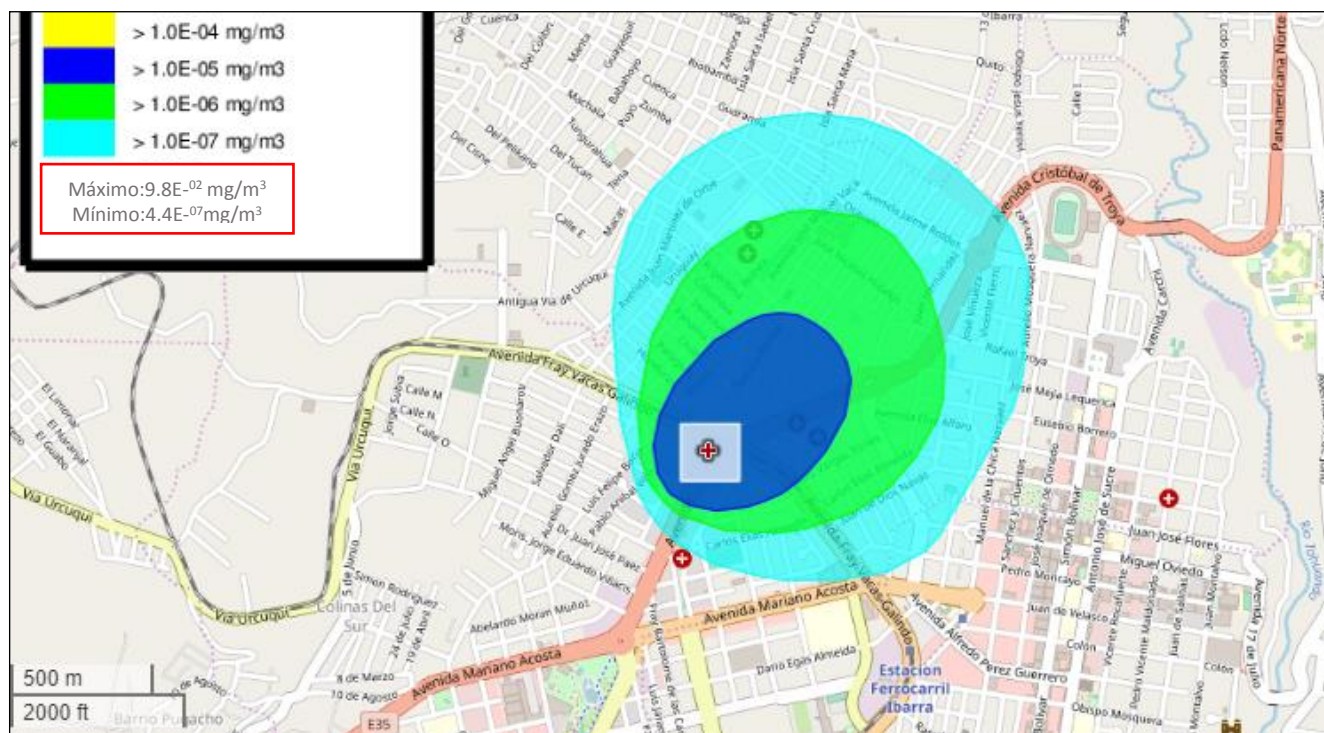


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 13:00-18:30pm lo mismo

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del NO es de $5,8 \cdot 10^{-3} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

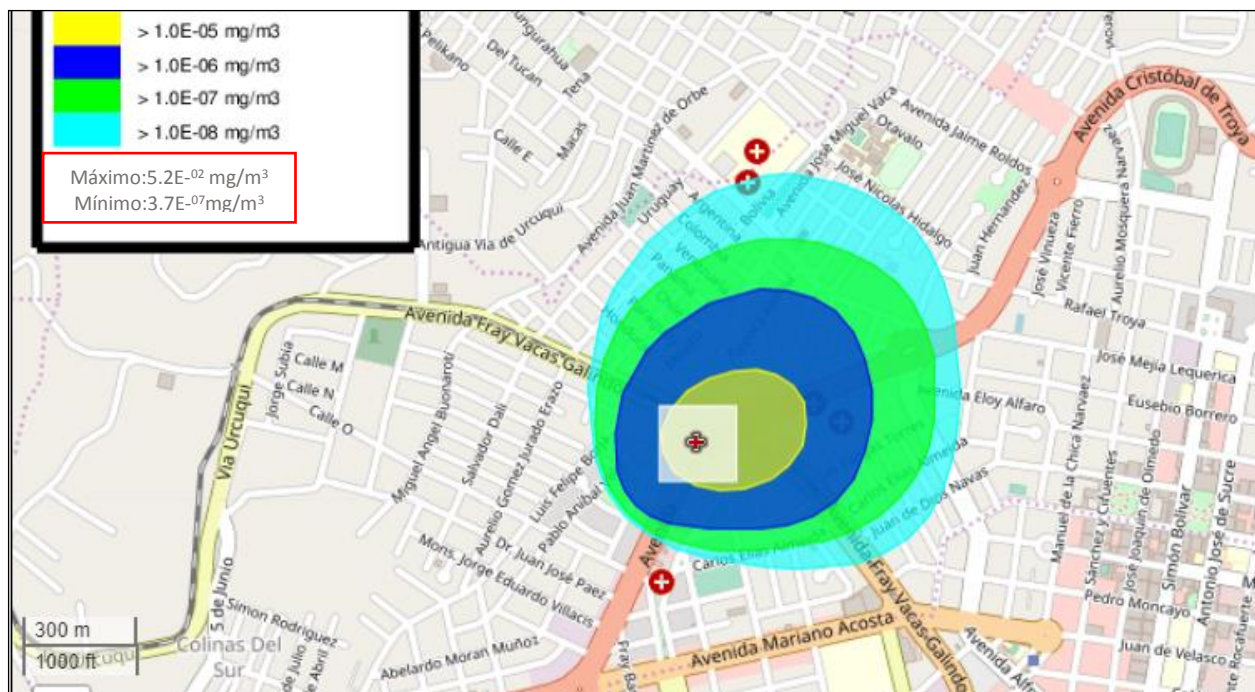


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del NO es de $9,8 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $4,4 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

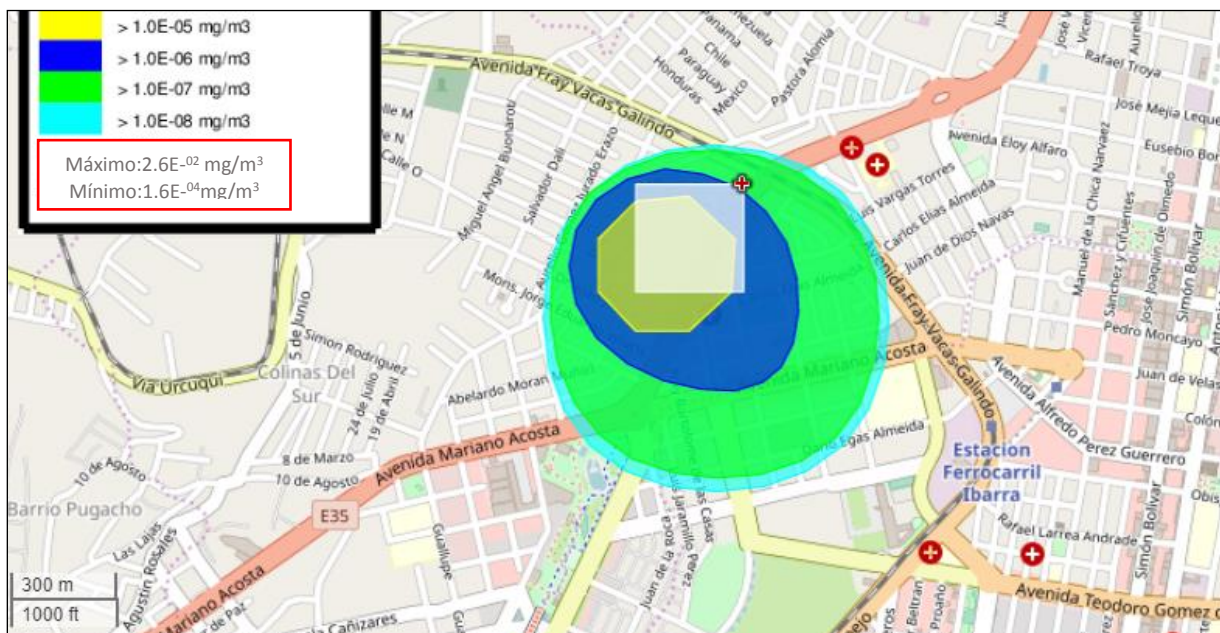


Elaborado por: El Autor

Dispersión del NO en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el NO se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del NO es de $5,2 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $3,7 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

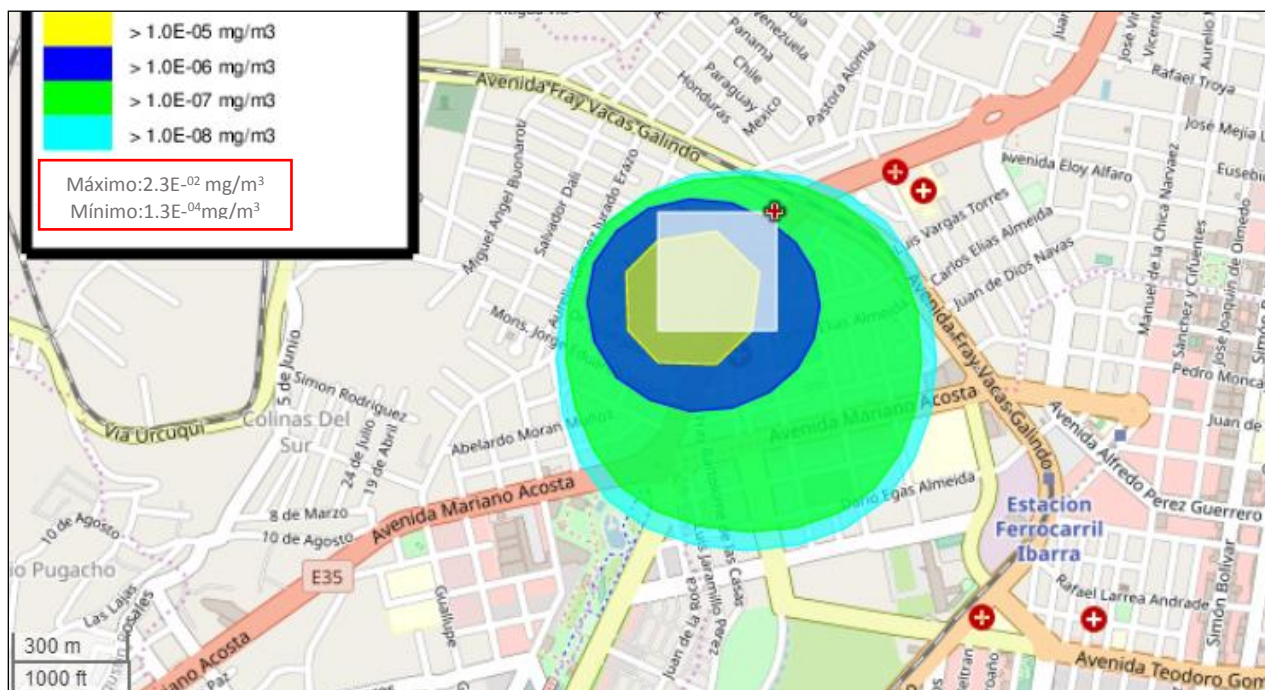


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO_2 en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 7:00-8:30am

La contaminación producida por el CO_2 se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO_2 es de $2,9 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,6 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 13:00-14:30pm

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO₂ es de $2,3 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,3 \cdot 10^{-04} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.

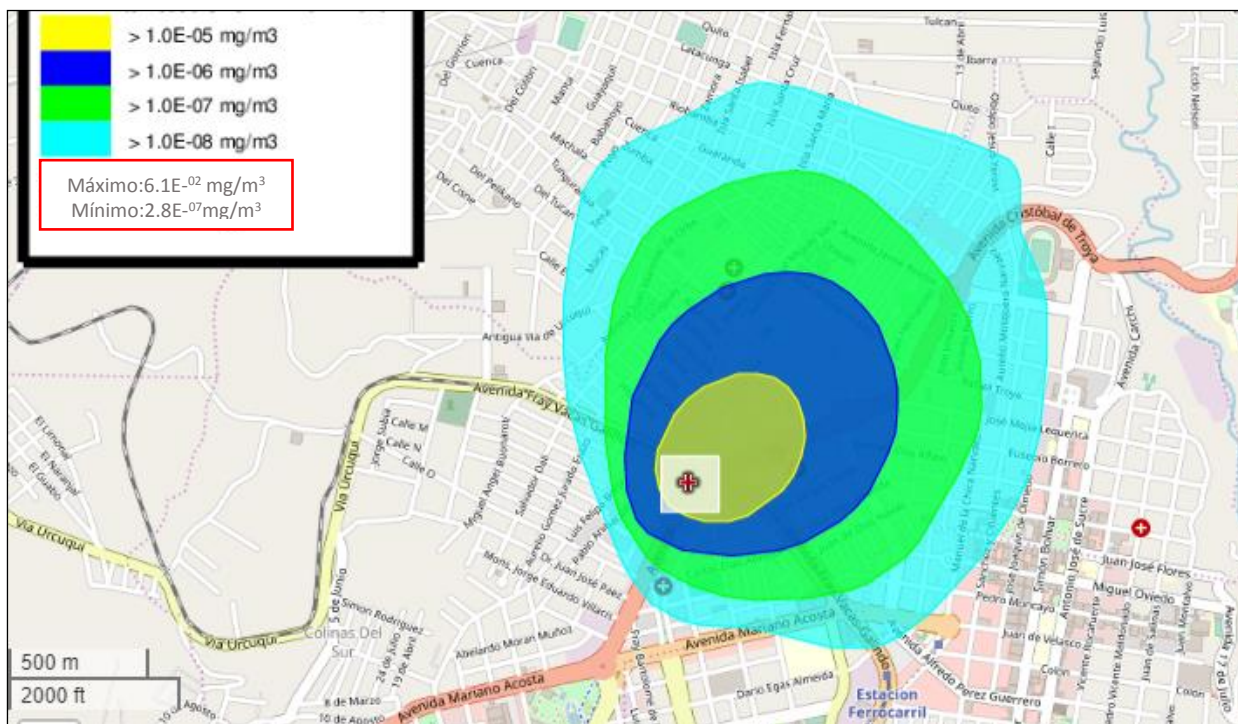


Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 3, desde el día lunes a jueves de 17:00-18:30pm

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección SE, la máxima concentración del CO₂ es de $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Continuación Anexo 11.



Elaborado por: El Autor

Dispersión del CO₂ en el punto de estudio 3, desde el día viernes a domingo de 7:00am - 18:30pm lo mismo.

La contaminación producida por el CO₂ se dispersa en dirección NE, la máxima concentración del CO₂ es de $6,1 \cdot 10^{-02} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color amarillo cuando la pluma de dispersión es más distante de lo contrario la x marcada de rojo indicara el valor respectivo. Los colores azul y verde representan concentraciones medianamente mayores a una distancia de 100 m y la mínima concentración es de $2,8 \cdot 10^{-07} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a una distancia aproximada de 100m representado por el color celeste donde la contaminación ya no es apreciable.

Anexo 12. Matrices de Evaluación de Impactos.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-11	-11		
		Presencia de olor	-1	-1	-1	-1	0	-4				
		Nivel de ruido	-1	0	0	-1	0	-2				
Biótico	Flora	Árboles	-1	-1	-1	-1	0	-4	-12	-20		
		Especies herbáceas	-1	-1	-1	-1	0	-4				
		Diversidad	-1	-1	-1	-1	0	-4				
	Fauna	Animales terrestres	-1	-1	-1	-1	0	-4	-8			
		Aves	-1	-1	-1	-1	0	-4				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-10	-10		
		Salud y seguridad	-1	-1	-1	-1	-1	-5				
	Economía y población	Empleo	0	0	0	-1	0	-1	4			
		Cambios favorables	1	1	1	1	1	5				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	-1	-1	-1	-1	0	-4	-4			
			-10	-9	-9	-11	-2	-41				

Matriz: Naturaleza, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO										
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra										
Factores Ambientales			Acciones que pueden causar Impactos Ambientales					Sumatoria		
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente
Abiótico	Aire	Calidad del aire	2	2	2	2	2	10	21	21
		Presencia de olor	2	1	1	2	1	7		
		Nivel de ruido	2	0	0	2	0	4		
Biótico	Flora	Árboles	1	1	1	1	0	4	12	20
		Especies herbáceas	1	1	1	1	0	4		
		Diversidad	1	1	1	1	0	4		
	Fauna	Animales terrestres	1	1	1	1	0	4	8	
		Aves	1	1	1	1	0	4		
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	4	4	4	4	20	40	57
		Salud y seguridad	4	4	4	4	4	20		
	Economía y población	Empleo	0	0	0	1	2	3	13	
		Cambios favorables	2	2	2	2	2	10		
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	1	1	1	0	4	4	
			22	19	19	23	15	98		

Matriz: Extensión, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	4	2	4	18	44	44		
		Presencia de olor	2	4	1	2	1	10				
		Nivel de ruido	4	4	4	4	0	16				
Biótico	Flora	Árboles	2	1	1	1	0	5	16	26		
		Especies herbáceas	2	2	2	1	0	7				
		Diversidad	1	1	1	1	0	4				
	Fauna	Animales terrestres	2	2	1	1	0	6	10			
		Aves	1	1	1	1	0	4				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	2	4	2	4	4	16	36	55		
		Salud y seguridad	4	4	4	4	4	20				
	Economía y población	Empleo	0	0	0	1	2	3	13			
		Cambios favorables	2	2	2	2	2	10				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	2	1	1	2	0	6	6			
			28	30	24	26	17	125				

Matriz: Intensidad, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO										
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra										
Factores Ambientales			Acciones					Sumatoria		
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	4	4	4	20	28	28
		Presencia de olor	1	1	1	1	0	4		
		Nivel de ruido	1	1	1	1	0	4		
Biótico	Flora	Árboles	2	2	2	2	0	8	24	40
		Especies herbáceas	2	2	2	2	0	8		
		Diversidad	2	2	2	2	0	8		
	Fauna	Animales terrestres	2	2	2	2	0	8	16	
		Aves	2	2	2	2	0	8		
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	2	4	4	4	18	38	64
		Salud y seguridad	4	4	4	4	4	20		
	Economía y población	Empleo	0	0	0	0	0	0	16	
		Cambios favorables	4	4	2	2	4	16		
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	2	2	2	2	2	10	10	
			30	28	28	28	18	132		

Matriz: Momento, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO										
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra										
Factores Ambientales			Acciones					Sumatoria		
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	4	4	2	18	44	44
		Presencia de olor	4	4	4	4	2	18		
		Nivel de ruido	2	2	2	2	0	8		
Biótico	Flora	Árboles	2	2	2	2	0	8	24	40
		Especies herbáceas	2	2	2	2	0	8		
		Diversidad	2	2	2	2	0	8		
	Fauna	Animales terrestres	2	2	2	2	0	8	16	
		Aves	2	2	2	2	0	8		
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	2	4	2	2	14	30	60
		Salud y seguridad	2	2	4	4	4	16		
	Economía y población	Empleo	0	0	0	2	0	2	18	
		Cambios favorables	2	2	4	4	4	16		
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	2	2	2	2	4	12	12	
			30	28	34	34	18	144		

Matriz: Persistencia, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	4	4	1	17	31	31		
		Presencia de olor	2	2	2	2	2	10				
		Nivel de ruido	1	1	1	1	0	4				
Biótico	Flora	Árboles	4	4	4	4	0	16	40	64		
		Especies herbáceas	2	2	2	2	0	8				
		Diversidad	4	4	4	4	0	16				
	Fauna	Animales terrestres	2	2	2	2	0	8	24			
		Aves	4	4	4	4	0	16				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	2	2	2	1	1	8	16	40		
		Salud y seguridad	1	2	1	2	2	8				
	Economía y población	Empleo	0	0	2	2	2	6	16			
		Cambios favorables	2	2	2	2	2	10				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	1	2	2	2	8	8			
			29	30	32	32	12	135				

Matriz: Recuperabilidad, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	2	4	4	4	18	29	29		
		Presencia de olor	1	1	1	2	0	5				
		Nivel de ruido	1	2	2	1	0	6				
Biótico	Flora	Árboles	4	4	4	4	0	16	38	51		
		Especies herbáceas	2	4	2	2	0	10				
		Diversidad	2	4	4	2	0	12				
	Fauna	Animales terrestres	1	2	1	1	0	5	13			
		Aves	1	1	2	4	0	8				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	4	2	2	4	16	32	53		
		Salud y seguridad	2	4	2	4	4	16				
	Economía y población	Empleo	0	0	0	1	0	1	11			
		Cambios favorables	2	2	2	2	2	10				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	2	1	4	2	10	10			
				25	32	27	33	16	133			

Matriz: Reversibilidad, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	2	1	2	2	1	8	24	24		
		Presencia de olor	1	1	1	2	2	7				
		Nivel de ruido	2	2	2	2	1	9				
Biótico	Flora	Árboles	1	1	2	1	1	6	23	41		
		Especies herbáceas	2	2	2	1	1	8				
		Diversidad	2	2	2	2	1	9				
	Fauna	Animales terrestres	1	2	2	1	2	8	18			
		Aves	2	2	2	2	2	10				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	1	1	2	2	1	7	15	30		
		Salud y seguridad	1	2	2	2	1	8				
	Economía y población	Empleo	0	0	0	0	0	0	7			
		Cambios favorables	2	1	1	1	2	7				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	1	2	2	2	8	8			
			18	18	22	20	17	95				

Matriz: Sinergismo, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO												
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra												
Factores Ambientales			Acciones					Acciones que pueden causar Impactos Ambientales			Sumatoria	
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente		
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	4	4	1	17	29	29		
		Presencia de olor	1	1	4	1	4	11				
		Nivel de ruido	0	0	0	0	1	1				
Biótico	Flora	Árboles	1	1	4	4	4	14	30	49		
		Especies herbáceas	1	1	1	4	1	8				
		Diversidad	1	1	1	4	1	8				
	Fauna	Animales terrestres	1	1	1	4	4	11	19			
		Aves	1	1	1	4	1	8				
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	1	4	1	4	14	25	42		
		Salud y seguridad	4	4	1	1	1	11				
	Economía y población	Empleo	0	0	0	0	1	1	9			
		Cambios favorables	1	1	1	1	4	8				
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	1	1	4	1	8	8			
			20	17	23	32	28	120				

Matriz: Acumulativo, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO											
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES											
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra											
Factores Ambientales			Acciones que pueden causar Impactos Ambientales					Sumatoria			
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente	
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	4	2	2	2	14	34	34	
		Presencia de olor	1	1	1	1	2	6			
		Nivel de ruido	2	4	2	2	4	14			
Biótico	Flora	Árboles	2	2	2	2	1	9	28	54	
		Especies herbáceas	2	2	2	2	1	9			
		Diversidad	2	2	2	2	2	10			
	Fauna	Animales terrestres	2	2	2	2	4	12	26		
		Aves	4	2	2	4	2	14			
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	4	2	2	1	13	27	50	
		Salud y seguridad	2	2	4	2	4	14			
	Economía y población	Empleo	0	0	0	2	2	4	14		
		Cambios favorables	2	2	2	2	2	10			
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	1	1	2	4	1	9	9		
			28	28	25	29	28	138			

Matriz: Causa -Efecto, Elaborado por: El Autor

Continuación Anexo 12.

MATRÍZ CAUSA-EFECTO										
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Tesis: Elaboración de un Plan de Manejo de las Emisiones de Contaminantes del Aire en Ibarra										
Factores Ambientales			Acciones que pueden causar Impactos Ambientales					Sumatoria		
Componente	Subcomponente	Factor Ambiental	Congestión y tráfico vehicular	Generación de Emisiones Atmosféricas	Acumulación de esmog en casas y paradas de buses	Buses sin mantenimiento ni control en el tubo de escape	No se lleva un control de seguimiento periódico después de realizar la revisión vehicular	Factor Ambiental	Subcomponente	Componente
Abiótico	Aire	Calidad del aire	4	2	2	4	2	14	44	44
		Presencia de olor	2	2	2	4	4	14		
		Nivel de ruido	2	4	4	4	2	16		
Biótico	Flora	Árboles	2	2	2	2	2	10	30	50
		Especies herbáceas	2	2	2	2	2	10		
		Diversidad	2	2	2	2	2	10		
	Fauna	Animales terrestres	2	2	2	2	2	10	20	
		Aves	2	2	2	2	2	10		
Socio-económico	Humanos	Calidad de vida	4	4	4	4	4	20	34	68
		Salud y seguridad	2	2	4	4	2	14		
	Economía y población	Empleo	0	0	0	4	4	8	22	
		Cambios favorables	4	2	4	2	2	14		
	Medio perceptual	Paisaje y entorno	2	2	2	4	2	12	12	
			30	28	32	40	32	162		

Matriz: Periodicidad, Elaborado por: El Autor

Anexo 13. Formato de encuesta para la socialización del tema de investigación.



PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	12 de septiembre del 2019		
EXPOSITOR	Jessica Gabriela Tito Lara		
LUGAR	DENTRO PUCESI	X	FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

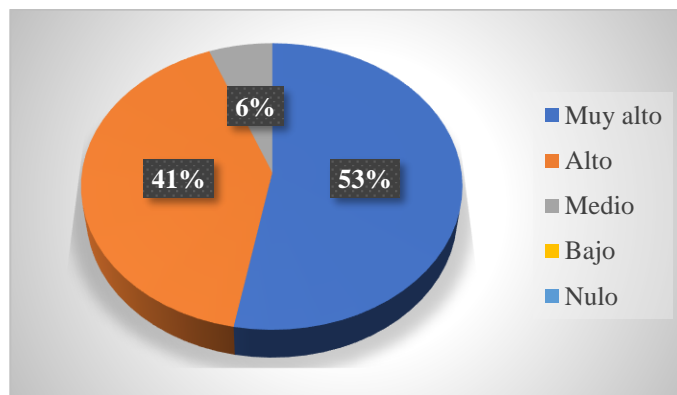
5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la Investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					

Elaborado por: Departamento de Vinculación ECAA (2019)

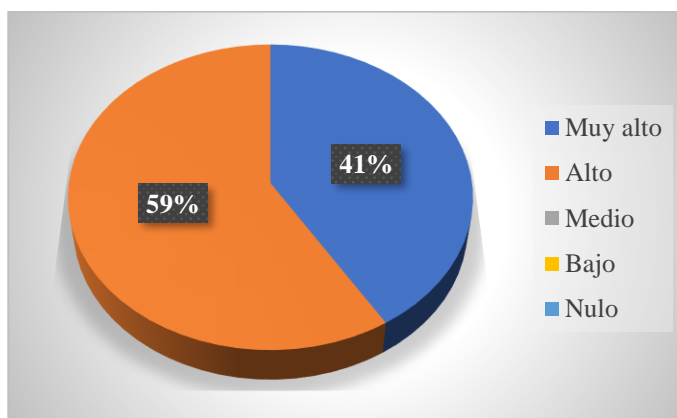
Anexo 14. Datos estadísticos de la encuesta.

¿Considera usted que el tema de investigación posee relevancia para algún actor y / o sector de la sociedad?



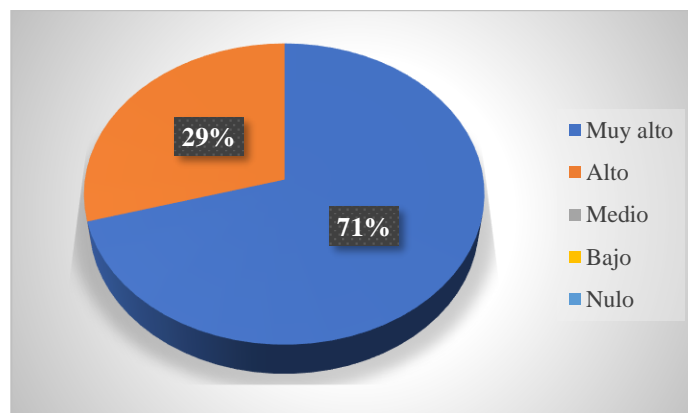
Sobre la relevancia del proyecto de investigación para relevancia para algún actor y / o sector de la sociedad, el 53% participantes dice que es muy alto, el 41% es alto y el 6% es medio.

¿Considera usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?



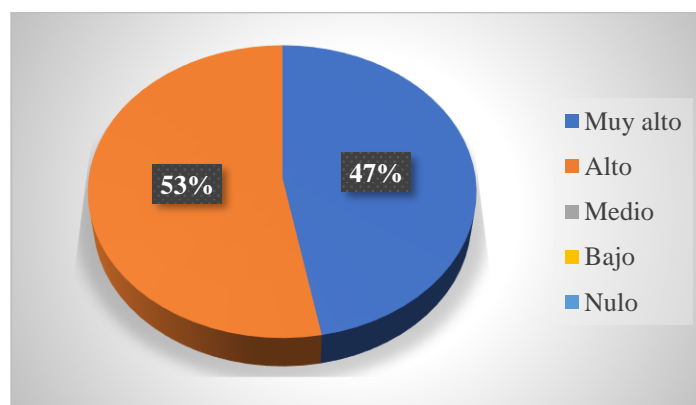
La investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores, el 41% de los participantes dice que tiene un nivel muy alto y el 59 % un nivel alto.

¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?



El tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución, el 71% nivel de los participantes dice que muy alto, y el 29% fue alto.

¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que estos se cumplieron?



Sobre la función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, el 47% de los participantes dice que muy alto y el 53% alto en el cumplimiento.

Anexo 15. Listado de asistentes a la socialización del tema de investigación.



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Jessica Gabriela Tito Lara
 CARRERA: Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo
 FECHA: 12 de septiembre del 2019

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Karla Pérez Lozano	1727465971	PUCE-SI	
Mateo Calderon	100434015-2	PUCE-SI	
Nicole Lara	100308374-6	PUCE-SI	
Jhoanna Peña	100458410-6	PUCE-SI	Jhoanna Peña
Victor Calderon	100285903-9	PUCE-SI	
Richard Vaca	100463717-7	PUCE-SI	
Belen Rivera	100444276-8	PUCE-SI	
GISELA SANTANDER	1004114094-4	PUCE-SI	
Daniela Neje	172060801-1	PUCE-SI	
Daniel Tepez	100396896-3	PUCE-SI	
Melany Andaneda	100462809-3	PUCE-SI	
Wimper Tito	1001517562		
Sofia Lara	1001356722		
César Zuleta	1001037546	PUCE-SI	
David Teruñ	040175328-1	PUCE-SI	
Francisco Pillajo	100333998-1	PUCE-SI	
Joselin Yau	1003614394	PUCE-SI	
Gabriela Veloz	1004438003	PUCE-SI	
Evelyn Canguán	0401874318	PUCE-SI	
Joselyn Andrade	100445769-1	PUCE-SI	

Anexo 16. Registro fotográfico.



