



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA UNIVERSIDAD
POLITECNICA SALESIANA CAMPUS MARIA AUXILIADORA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero ambiental

AUTORES: Mateo Sebastian Maldonado Maldonado

Pablo Alfredo Iglesias Zambrano

TUTOR: ING. Gabriela Michelle Andrade Dicao

Guayaquil-Ecuador


2023

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN

Nosotros, Mateo Sebastian Maldonado Maldonado con cédula de ciudadanía No. 0706632460 y Pablo Alfredo Iglesias Zambrano con cédula de ciudadanía No. 0955852876; manifestamos que: Somos los autor y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente



Mateo Sebastian Maldonado Maldonado
0706632460



Pablo Alfredo Iglesias Zambrano
0955852876

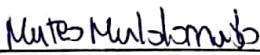
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

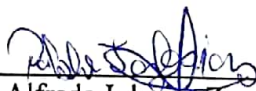
Nosotros, Mateo Sebastian Maldonado Maldonado con cédula de ciudadanía No. 0706632460 y Pablo Alfredo Iglesias Zambrano con cédula de ciudadanía No, 0955852876, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autor del trabajo experimental: Determinación de la calidad del aire de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,


Mateo Sebastian Maldonado Maldonado
0706632460

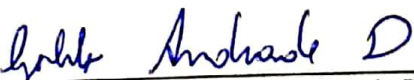

Pablo Alfredo Iglesias Zambrano
0955852876

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gabriela Michelle Andrade Dicao con cédula de ciudadanía No. 0919957316 , docente de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Determinación de la calidad del aire de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, realizado por Mateo Sebastian Maldonado Maldonado con cédula de ciudadanía No. 0706632460 y Pablo Alfredo Iglesias Zambrano con cédula de ciudadanía No. 0955852876, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



ING. Gabriela Michelle Andrade Dicao
0919957316

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia por haberme siempre apoyado de forma incondicional en todos los momentos, en el transcurso de la carrera, en el transcurso de la tesis, por en repetidas ocasiones darme consejos de cómo realizar bien las cosas y ayudándome en la toma de decisiones. También se la dedico a todos mis seres cercanos, amigos, docentes, con los cuales hemos vivido todos estos 4 años de carrera juntos, por haber siempre sido un grupo unido y fraternal. Le dirijo esta tesis a todas esas personas cercanas a mí que han creído y han compartido en varias ocasiones nuestros puntos de vista.

Mateo Sebastian Maldonado Maldonado.

Este trabajo es el resultado de meses de esfuerzo, sacrificio y perseverancia. Dedico este logro a mi querida familia, quienes, con su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, hicieron posible que superara cada obstáculo en este viaje académico. A mis profesores, a quienes les debo la formación que me permitió enfrentar este reto y dotarme de las herramientas necesarias para alcanzar mis objetivos. A mis compañeros y amigos, que, con sus consejos, ánimos y momentos compartidos, hicieron de este proceso algo memorable y enriquecedor. También quiero agradecer a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron a mi crecimiento personal y académico, brindándome experiencias, enseñanzas y, en ocasiones, retos que me empujaron a superarme. Esta tesis es un reflejo no solo de mi pasión y dedicación, sino también del amor, el apoyo y la fe de todas las personas que han estado a mi lado. Gracias por ser parte de esta historia

Pablo Alfredo Iglesias Zambrano

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis docentes por brindarme las herramientas, el conocimiento y la inspiración necesaria para forjar mi camino académico. Su paciencia y dedicación han sido fundamentales en este proceso de aprendizaje y crecimiento. A mi directora de carrera, MSc. Carmen Palacios su orientación y apoyo constante fueron el faro que iluminó mi trayectoria.

A mi tutora, MSc. Gabriela Andrade su confianza en mis capacidades me impulsó a superar cada desafío que enfrenté.

A mis padres, sobre todo a mi abuela un pilar fundamental ya que sin sus consejos y su aliento no lo hubiese logrado, a una persona especial por ayudarme a no darme por vencido, a seguir con esta lucha constante y a dar todo de mí siempre.

Pablo Alfredo Iglesias Zambrano

Agradezco en primera instancia a mi familia porque a pesar de lo vivido siempre hemos salido adelante y nunca me ha faltado nada para mis estudios, también les agradezco por siempre apoyarme en mis pequeños proyectos e ideas que siempre tuve.

Agradezco a mi tutora de tesis la Ing. Gabriela Michelle Andrade Dicao, por ser una de las mejores tutoras de tesis y docente que nos acompañó los primeros 2 años de carrera, donde siempre hubo momentos de risa, momentos de preocupación por esos exámenes que ponía tan bonitos que eran, le agradezco por haberme acompañado en este largo transcurso del proceso de tesis, sé que fue difícil, gracias siempre por haber estado presente ahí miss.

Agradezco a la directora de carrera Ing. Carmen Palacios Limones, a pesar de nuestro curso fue el más difícil, la directora de carrera siempre estuvo a disposición en escucharnos y darnos una mano cuando más necesitábamos, también le agradezco por haber sido la que curso con nosotros durante toda la carrera.

Agradezco Al Ing. Virgilio Ordoñez, por haber sido el docente que siempre nos impulsaba hacer siempre lo mejor de lo mejor y nunca quedarnos atrás a siempre prepararse y lograr metas grandes, a ser visionarios en la vida, realizar obras de calidad, le agradezco profundamente el conocimiento que nos brindó y el siempre estar para todos sus estudiantes.

Agradezco a mis compañeros de curso por haber cruzado todos estos 4 años aprendiendo dentro de los salones y teniendo siempre esa alma de compañerismo en todo momento, y agradecer de forma especial a Julio Espinoza y Enrique Romero, por en este año haber sido una compañía excelentes amigos en los cuales confiar, compartir, divertirse, por tener mismas metas y objetivos a cumplir en futuro, gracias por el tiempo y las experiencias aprendidas con ustedes chicos, gracias.

Agradecer de forma especial a Kristhel Sarai Jaramillo Mora, por haberme acompañado y apoyado en los momentos críticos y difíciles del proceso de tesis, por siempre recibirme con una sonrisa y con alientos de seguir adelante y no caer en la presión del proceso de realización de tesis, muchas gracias por haber estado ahí.

Agradezco a los Señores conductores de los expresos de la universidad, al de la ruta del sur Bryan y de la ruta La Joya al chino por haber dado apertura y colaborado con el tema de tesis y poder salir adelante con este proyecto.

Agradezco a la universidad por toda las experiencias vividas y transcurridas dentro las instalaciones, es una excelente Universidad.

Mateo Sebastian Maldonado Maldonado

RESUMEN

El presente estudio de investigación plantea como meta el utilizar un equipo portátil contador de partículas para medir el material particulado (PM 2,5 y PM 10) y los niveles de monóxido de carbono dentro, fuera y en los buses expresos de la Institución Educativa Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y a la vez realizar una media semanal y mensual acerca de la calidad aire, a su vez realizar mapas en ArcGIS para tener el conocimiento las zonas con mayor o menor grado de contaminación por CO, PM 2,5 y PM 10 y ver si el aire ambiente en esta es apto para los estudiantes, docentes, personal administrativo y para los alrededores de la Institución, ya que los altos niveles de PM 2.5 y PM 10 genera diversas enfermedades respiratorias a las personas que habitan o pasan habitualmente por esas zonas con altos niveles de contaminación. Inicialmente, se llevó a cabo una prueba piloto en la que se observó un aumento mínimo en comparación con las normativas internacionales, como las establecidas por la EPA. En este estudio, se prestará una atención especial a los factores climáticos, ya que, durante las épocas de sequía, las partículas contaminantes tienden a concentrarse y permanecer en el aire sin disiparse. En contraste, durante las épocas lluviosas, se logra reducir la carga de contaminación de las partículas, las cuales se sedimentan en el suelo y se eliminan.

Palabras Clave: Material particulado, Monóxido de carbono, PM 2.5, PM 10

SUMMARY

The goal of this research study is to use a portable particle counter to measure particulate matter (PM 2.5 and PM 10) and carbon monoxide levels inside, outside and in the express buses of the Salesian Polytechnic University Educational Institution in Guayaquil and at the same time to make a weekly and monthly average of air quality, In turn make maps in ArcGIS to have the knowledge of the areas with greater or lesser degree of contamination by CO, PM 2.5 and PM 10 and see if the ambient air in this is suitable for students, teachers, administrative staff and for the surroundings of the institution, since the high levels of PM 2.5 and PM 10 generate various respiratory illnesses in people who live in or regularly pass through these areas with high levels of contamination. Initially, a pilot test was conducted in which a minimal increase was observed in comparison to international standards, such as those established by the EPA. This study will place special emphasis on climatic factors, as during dry periods, contaminating particles tend to concentrate and remain in the air without dissipating. In contrast, during rainy seasons, it is possible to reduce the contamination load of the particles, which settle into the soil and are eliminated.

Key words: Particulate matter, Carbon monoxide, PM 2.5, PM 10

Indice

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR;	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN;	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
INTRODUCCIÓN	17
1.1 ANTECEDENTES	17
1.2 PROBLEMA DE ESTUDIO.....	18
1.3 Justificación	18
1.4 DELIMITACIÓN.....	19
1.5 Objetivos	21
1.6 Marco hipotético o preguntas de investigación	22
2. Marco Teórico	23
2.1 Atmósfera.....	23
2.2 Aire	23

2.3	Contaminación atmosférica	24
2.4	Fuentes de contaminación atmosférica	24
2.5	Tipos de contaminantes atmosféricos	25
2.6	Material Particulado	25
2.7	Emisión	26
2.8	Contaminación del aire	26
2.9	Partículas sedimentables	26
2.10	Material Particulado PM 10	26
2.11	Material Particulado PM 2.5	26
2.12	Material Particulado y sus efectos en la salud	27
•	Gases de Combustión	28
2.13	Monóxido de carbono Co.....	28
2.14	Ácido sulfhídrico H₂S	28
2.15	Marco legal	29
METODOLOGÍA		31
3.1	Investigación descriptiva	31
3.2	Medición calidad del aire.....	32
3.3	Población.....	33
3.4	Margen de error.....	33
3.5	Equipos	34

3.5.1 GPS	34
3.5.2 Detector de gases múltiples portátil.....	35
3.5.3 Contador de partículas	38
3.5.3.1 Canal contador de partículas.....	40
3.5.3.2 Canal medidor de gas formaldehido.....	42
3.5.3.3 Canal medidor de gas CO	42
3.6 Puntos de monitoreo	43
3.7 Muestreo	46
3.8 Procedimiento	47
3.9 Realización de mapas.....	48
3.10 Cronograma y actividades.....	51
3.11 Presupuesto	52
4.1 Análisis de resultados	53
4.1.1 Análisis de resultados interior y exterior de instalación educativa	53
4.1.1.1 Semana 1.....	53
4.1.1.2 Semana 2.....	56
4.1.1.3 Semana 3.....	60
4.1.1.4 Semana 4.....	66
4.1.2 Análisis de resultados interior y exterior de buses prestadores de servicios.....	73
4.1.2.1 Semana 1.....	73

4.1.2.2	Semana 2.....	76
4.1.2.3	Semana 3.....	81
4.1.2.4	Semana 4.....	84
4.2	Presentación de datos.....	90
4.2.1	Mapas.....	93
4.3	Discusión.....	96
	Conclusiones y Recomendaciones.....	97
5.1	Conclusiones.....	97
5.2	Recomendaciones.....	98
	Referencias bibliográficas.....	99
	Anexos.....	101
	Anexo 1. Mediciones realizadas.....	101
	Anexo 2. Entrevistas realizada a los choferes de los expresos.....	103

Índice de tablas

Tabla 1 Límites máximos permisibles normativas ecuatorianas.....	29
Tabla 2 Delimitación puntos de muestreo.....	44
Tabla 3 Metodología para mediciones	47
Tabla 4 Presupuesto a usar	52
Tabla 5 Datos del primer día mediciones a la Institución.....	53
Tabla 6 del Datos segundo día mediciones a la Institución	54
Tabla 7 Datos del tercer día mediciones a la Institución	55
Tabla 8 Recopilación de datos en semana mediciones a la Institución.....	55
Tabla 9 Datos del cuarto día mediciones a la Institución.....	56
Tabla 10 Datos del quinto día mediciones a la Institución	57
Tabla 11 Datos del sexto día mediciones a la Institución	58
Tabla 12 Datos del séptimo día mediciones a la Institución.....	58
Tabla 13 Datos del octavo día mediciones a la Institución.....	59
Tabla 14 Recopilación de datos de la segunda semana de mediciones a la Institución.....	60
Tabla 15 Datos del noveno día mediciones a la Institución.....	61
Tabla 16 Datos del décimo día mediciones a la Institución.....	61
Tabla 17 Datos del onceavo día mediciones a la Institución	62
Tabla 18 Datos del doceavo día mediciones a la Institución	63
Tabla 19 Datos del treceavo día mediciones a la Institución.....	64
Tabla 20 Datos del catorceavo día mediciones a la Institución	65
Tabla 21 Recopilación de datos tercera semana de mediciones a la Institución.....	65
Tabla 22 Datos del quinceavo día mediciones a la Institución	66
Tabla 23 Datos del dieciseisavo día mediciones a la Institución	67
Tabla 24 Datos del diecisieteavo mediciones a la Institución.....	68
Tabla 25 Datos del dieciochoavo día mediciones a la Institución	68
Tabla 26 Datos del diecinueveavo día mediciones a la Institución	69
Tabla 27 Recopilación de datos la cuarta semana de mediciones Institución.....	70
Tabla 28 Recopilación mensual de los datos obtenidos en las mediciones a institución.....	71
Tabla 29 Comparación con normativa	72
Tabla 30 Datos del primer día mediciones a buses	73
Tabla 31 Datos del segundo día mediciones a buses	74
Tabla 32 Datos del tercer día mediciones a buses.....	75
Tabla 33 Recopilación de la primera semana mediciones buses	75
Tabla 34 Datos del cuarto día mediciones a buses.....	76
Tabla 35 Datos del quinto día mediciones a buses	77
Tabla 36 Datos del sexto día mediciones a buses	78
Tabla 37 Datos del séptimo día mediciones a buses	79
Tabla 38 Datos del octavo día mediciones a buses	79
Tabla 39 Recopilación de la segunda semana de mediciones buses.....	80
Tabla 40 Datos del noveno día mediciones a buses.....	81

Tabla 41 Datos del décimo día mediciones a buses	81
Tabla 42 Datos del onceavo día mediciones a buses	82
Tabla 43 Datos del doceavo día mediciones a buses	83
Tabla 44 Datos del treceavo día mediciones a buses	83
Tabla 45 Recopilación de tercera semana mediciones buses.....	84
Tabla 46 Datos del catorceavo día mediciones a buses	85
Tabla 47 Datos del quinceavo mediciones a buses	85
Tabla 48 Datos del dieciseisavo día mediciones a buses	86
Tabla 49 Datos del diecisieteavo día mediciones a buses.....	86
Tabla 50 Datos del dieciochoavo día mediciones a buses	87
Tabla 51 Recopilación de cuarta semana mediciones buses.....	88
Tabla 52 Recopilación mensual de mediciones buses	88
Tabla 53 Comparativa con normativa	89
Tabla 54 Mapas realizados por semana y mensual	93

Índice de figuras

Figura 1 Tamaño del PM 2.5.....	27
---------------------------------	----

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana	19
Ilustración 2 Extensiones del terreno de la Universidad.....	19
Ilustración 3 Tabla de los 3 niveles de alarmas.....	30
Ilustración 4 Equipo Gps	34
Ilustración 5 Equipo multiparámetros de gases	36
Ilustración 6 Panel principal del equipo.....	36
Ilustración 7 Niveles máximos captados por el equipo	37
Ilustración 8 Configuración del nivel de alarma.....	37
Ilustración 9 Equipo contador de Partículas	39
Ilustración 10 Panel de la temperatura y humedad relativa	39
Ilustración 11 Vista de canal de contador de partículas	40
Ilustración 12 Vista canal y datos	41
Ilustración 13 Vista canal de concentraciones de masas.....	41
Ilustración 14 Vista canal medidor de monóxido de carbono.....	42
Ilustración 15 Vista canal medidor de formaldehído	43
Ilustración 16 Área de muestreo	45
Ilustración 17 Propiedades de capas ArcGIS	48
Ilustración 18 Imagen georreferenciada.....	49
Ilustración 19 Insertar los datos de Excel	49
Ilustración 20 Capas generadas por insertado de datos	50
Ilustración 21 Kringing modo de interpolación.....	50
Ilustración 22 Mapa de área de trabajo	50
Ilustración 23 Capas finales creadas	51
Ilustración 24 Cronograma de actividades.....	51
Ilustración 25 Tabla comparativa de mediciones semanales	90
Ilustración 26 Tabla comparativa PM 10	92

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En el año 2019 la Universidad Politécnica Salesiana dio apertura a la nueva sede el campus María Auxiliadora el cual tuvo un número mínimo de estudiantes, luego en el 2020 optó por la modalidad virtual debido a la pandemia por el Covid 19 hasta el 2022 donde las clases se retomaron presencialmente de manera oficial, cabe destacar que no existen estudios previos sobre la calidad de aire y desde su apertura a la actualidad existe un mayor flujo de vehículos tanto particulares como buses que prestan servicio de expresos a razón del incremento de alumnos nuevos.

A raíz de la pandemia surgió un aumento de enfermedades respiratorias, a su vez las personas que tuvieron covid 19 quedaron con efectos secundarios especialmente afectaciones en los pulmones, de esta manera son vulnerables hacia los diversos contaminantes atmosféricos que existen en el ambiente e inciden en la calidad del aire.

En Colombia se realizó un estudio sobre las afectaciones que provoca el PM 2.5 en la salud y que genera dentro de los estudiantes, donde se demostró que debido a esto las personas tenían bajo rendimiento cognitivos y enfermedades respiratorias con una frecuencia media alta debido a la contaminación de esta. (Baena Hamburger, 2020.)

1.2 PROBLEMA DE ESTUDIO

Las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana se encuentran alrededor de diversas fábricas de producción, canteras, empresas de construcción y junto a la construcción de una nueva urbanización, esto genera que la calidad del aire se vea afectada de manera directa e indirecta la cual podría ser perjudicial para la salud de los estudiantes, profesores, personal administrativo, personal de aseo de la institución.

En referencia a lo dicho anteriormente se realizó una prueba piloto en el campus María Auxiliadora con medidor de gases y contador de partículas donde los resultados obtenidos fueron con un PM 2.5 elevado el cual sobrepasa la normativa ambiental vigente del ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXOS TULSMA R.O. 387 4 NOVIEMBRE 2015 acorde a la Tabla 1. Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire. Las altas cantidades de este contaminante puede provocar bronquitis, asma (en personas con asma agravaría el asma), pulmonía, puede genera problemas cardiacos.

1.3 Justificación

Debido al aumento de los contaminantes en el aire es necesario establecer un control exhaustivo sobre emisión de las partículas y de los gases que se generan en esta unidad educativa, este trabajo es poder estandarizar un control y medición de la calidad del aire dentro del campus María Auxiliadora Vía a la costa sede Guayaquil en donde se pueda analizar los niveles de contaminación para poder generar un beneficio de todo el personal de la comunidad salesiana como lo son estudiantes, maestros, empleados y a su vez puedan tomar medidas y hacer conciencia de las afecciones que las partículas y gases de combustión puedan provocar y afecte de forma negativa la salud.

1.4 DELIMITACIÓN

El proyecto de titulación se limita a determinar los contaminantes en el aire de PM 2.5, PM 10, CO, H_2S , los cuales son enfocados hacia la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora que es una institución educativa que otorga títulos de tercer nivel donde existen múltiples carreras, donde la determinación de la calidad del aire se lo realizara en un tiempo de 1 meses, después de la aprobación de consejo de carrera de Ingeniería Ambiental, apruebe el anteproyecto.



Ilustración 1 Instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana



Ilustración 2 Extensiones del terreno de la Universidad

Fuente: Google Earth

Se puede apreciar con claridad y precisión el terreno donde están ubicada la Universidad Politécnica Salesiana y donde se realizará el presente trabajo. Donde se ha delimitado la zona de mayor transición tanto de estudiantes, personal administrativo, docentes, personal de aseo.

1.5 Objetivos

Objetivo General

Evaluar la calidad del aire en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana mediante el equipo medidor de gases y contador de partículas para la comparación con los límites máximos permisibles.

Objetivo Específicos

- Establecer los puntos de muestreos mediante la caracterización de la zona vulnerables en el campus María Auxiliadora para la correcta medición.
- Analizar los parámetros de CO, H_2S , PM 2.5, PM 10 a través del equipo medidor de gas y contador de partículas para la obtención de datos reales que influyen en la calidad de aire.
- Realizar la comparación de los resultados obtenidos a través de la normativa ambiental vigente para la verificación del cumplimiento de los límites máximos permisibles.

1.6 Marco hipotético o preguntas de investigación

¿Determinando la medición de los gases de combustión de la Universidad Politécnica Salesiana se logrará hacer la comparación con los límites máximos permisibles?

¿Estableciendo los puntos de muestreos se realizará la correcta medición de las zonas vulnerables en la Universidad Salesiana?

¿Analizando los parametros CO, O₂, H₂S se obtendrán los datos influyentes en la calidad de aire?

¿Realizando la comparación de los resultados obtenidos la comunidad Salesiana tendrá el conocimiento los gases de combustión y material particulado?

2. Marco Teórico

2.1 Atmósfera

La atmósfera protege a la Tierra del vacío del espacio y proporciona una barrera contra las radiaciones solares más dañinas, como los rayos ultravioletas y los rayos cósmicos. Sin esta protección, sería muy difícil, sino imposible, que existiera vida en la Tierra. La atmósfera es una envoltura en su totalidad de estado gaseosa que rodea a la tierra dada una altura de 10,000 km y la cual hace posible la vida gracias al papel fundamental de reguladora de procesos termodinámicos, biológicos, químicos con relación a la evolución, conjunto a la litosfera e hidrosfera, constituyen la biosfera donde se puede deducir que el planeta es un conjunto. (Mirenda, 2020)

La atmósfera es clave para regular el clima del planeta. Absorbe parte de la energía solar y ayuda a mantener una temperatura media relativamente estable mediante el efecto invernadero. Esto es vital para crear condiciones habitables y mantener agua en estado líquido en la superficie. La atmósfera está mayormente compuesta de nitrógeno en un aproximado de 78%, oxígeno de 21% y trazas de gases como argón, dióxido de carbono CO₂, neón y vapor de agua. Además de los gases, la atmósfera contiene partículas suspendidas, como polvo, cenizas volcánicas y contaminantes. (Mirenda, 2020)

2.2 Aire

Aire o aire ambiente es la porción no confinada de la atmósfera y es definida como mezcla gaseosa, la cual tiene una composición normal es de por lo menos 20% oxígeno, 79% nitrógeno y 1% de CO₂, y de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica. (*ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXOS TULSMA R.O. 387 4 NOVIEMBRE 2015*)

2.3 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se refiere a la presencia de sustancias nocivas y partículas en la atmósfera en concentraciones que pueden ser perjudiciales para la salud humana, la vida en general y el medio ambiente. Estas sustancias contaminantes pueden ser de origen natural o producidas por actividades humanas. Los automóviles, camiones y otros vehículos motorizados liberan óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas finas que contribuyen a la mala calidad del aire en áreas urbanas y congestionadas. La contaminación atmosférica a nivel mundial es una de las amenazas principales para la salud al ambiente y hacia las personas, donde la población se ve afectada por esta contaminación y de la mala calidad del aire existente, donde se ve una mayor afectación hacia los infantes sobre debido a que son más susceptibles y por la inmadurez fisiológica que estos poseen, dando así diversas enfermedades al sistema respiratorio. (Ortega-García et al., 2020)

2.4 Fuentes de contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se divide en varias fuentes donde se pueden clasificar como:

- ✓ **Fuentes naturales:** Relaciones a fenómenos de origen natural como erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas de arena, etc. (Linda Buña,2022)
- ✓ **Fuentes antropogénica:** Están vinculadas a las actividades realizadas por las personas por la cual hay diversos compuestos que se dirigen a la atmósfera, este tipo de contaminación se la puede encontrar en sectores urbanos e industriales (Linda Buña,2022)
- ✓ **Fuentes móviles:** Son aquellas que emiten algún tipo de gas contaminante resultante de la combustión del combustible (Linda Buña,2022).

- ✓ **Fuentes fijas de combustión:** Son aquellas instalaciones, teniendo como finalidad el desarrollo operacional o de procesos industriales, comerciales o de servicios, las cuales pueden emitir contaminantes al aire por los procesos de combustión, desde un lugar fijo e inamovible. (Cabrera, Montenegro, & Guanulema, 2021)

2.5 Tipos de contaminantes atmosféricos

- ✓ **Primario:** Dentro de los contaminantes primarios tenemos a él PM 2.5 y PM10, dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y ozono (O_3), monóxido de carbono (CO). (Ortega-García et al., 2020)
- ✓ **Secundario:** Estos surgen por la intervención de dos o más contaminantes primarios en el aire o por reacción a componentes en la atmósfera. (Ortega-García et al., 2020)

2.6 Material Particulado

El material particulado se lo puede clasificar en partículas suspendidas totales con un diámetro menor a 100 micras, el PM10 es la fracción gruesa del material particulado respirable, donde esta comienza a bajar desde las partículas gruesas de diámetro menor a 10 μm de origen antropogénico o natural. Donde también se aplican dos clasificaciones que son las partículas más finas la PM 2.5 y las ultrafinas de PM 0,1. (Catherine,2018.)

El material particulado está basado en material líquido o sólido en forma de partículas, excepto en el agua no combinada presente en la atmósfera. (*ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXOS TULSMA R.O. 387 4 NOVIEMBRE 2015, s. f.*)

2.7 Emisión

La descarga de sustancias gaseosas, puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas. (Costantini, Pérez, Busto, González, & Cosentino, 2018)

2.8 Contaminación del aire

La contaminación del aire se produce por cualquier sustancia que sea arrojado a la atmósfera sea por actividad antropogénica o natural el cual tiene una afectación hacia las personas y al ambiente. (Parker, 2021)

2.9 Partículas sedimentables

El material particulado sólido o líquido generalmente son de 10 micrones los cuales tienen tendencia a precipitarse a causa del tamaño de la partícula donde por esta razón se pueden permanecer en suspensión temporal en aire ambiente. (Zegarra, Astudillo, & Moscoso, 2018)

2.10 Material Particulado PM 10

El PM10 no puede disolver en la cual se puede originar debido a los procesos de abrasión, evaporación de aerosoles, molienda y suspensión de polvos. También se puede encontrar en óxidos de silicio, titanio, cenizas de combustión y sales. (Catherine, 2018)

2.11 Material Particulado PM 2.5

El material particulado PM 2.5, son partículas inhalables finas de diámetro por lo general 2,5 micrómetros y menores. Se puede tomar como referencia un cabello de la cabeza, la cual promedio

es de 70 micrómetros de diámetro, lo cual hace 30 veces más grande a la particular 2.5. (EPA, 2022)

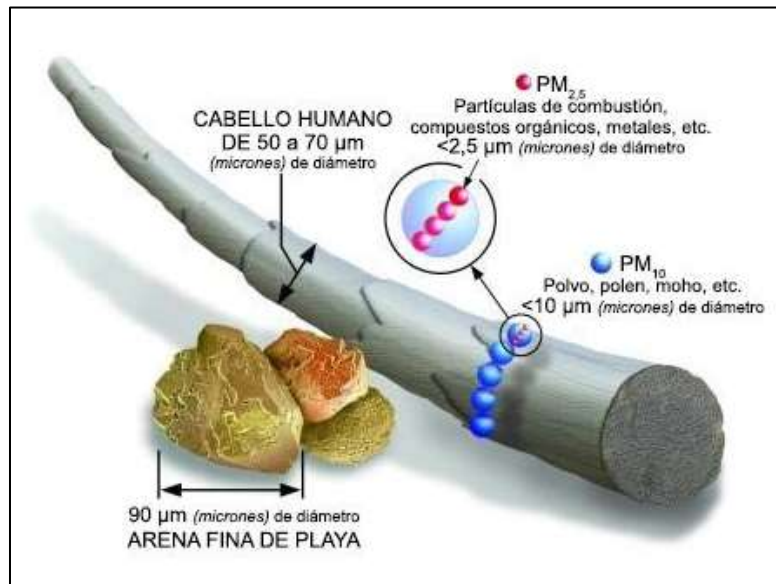


Figura 1 Tamaño del PM 2.5

Fuente: EPA

2.12 Material Particulado y sus efectos en la salud

El material particulado representa un gran riesgo para la salud debido a que estas ingresan en el sistema respiratorio e incluso pueden infiltrarse en el torrente sanguíneo. (Rodríguez-Fernández et al., 2019) El material particulado afecta mayoritariamente a los niños debido a que estos todavía no están desarrollados y siguen en crecimiento donde la cual son más propenso a sufrir enfermedades las cuales afectarán futuro de ellos, donde pueden tener problemas de hipertensión, problemas respiratorios, problemas cardiacos, etc. (Soldevila Bacardit et al., 2018)

Las principales enfermedades causadas por la contaminación de material particulado son:

- Bronquitis

- Neumonía
- Asma severa
- Hipertensión
- Cáncer

- Gases de Combustión

2.13 Monóxido de carbono CO

El monóxido de carbono, abreviado como CO, es un gas inodoro e incoloro que se produce como subproducto de la combustión incompleta de materiales que contienen carbono, como gasolina, madera, carbón, aceite y otros combustibles fósiles. Es uno de los principales contaminantes atmosféricos y es conocido por su toxicidad y su capacidad para interferir en el transporte de oxígeno en la sangre. Es un gas incoloro, inodoro y tóxico producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles. (*ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXOS TULSMA R.O. 387 4 NOVIEMBRE 2015, s. f.*)

2.14 Ácido sulfhídrico H₂S

El ácido sulfhídrico tiene un olor distintivo a huevo podrido, que es detectable incluso en bajas concentraciones. Esta característica olfativa es útil para alertar sobre su presencia, ya que, en concentraciones elevadas, el gas puede ser altamente tóxico. El ácido sulfhídrico es un hidrácido, este gas es más pesado que el aire, inflamable, incoloro, tóxico, odorífero, tiene un distintivo olor a materia orgánica en descomposición. Este se encuentra regularmente de forma natural en el petróleo, gas natural, gases de los procesos volcánicos y manantiales de aguas termales. (Quiroga & Pacheco, 2018).

2.15 Marco legal

En base a la normativa ecuatoriana según el acuerdo Ministerial 097 A del ANEXO 4 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE O NIVEL DE INMISIÓN LIBRO VI ANEXO 4, habla sobre la calidad del aire ambiente en parámetros como Partículas sedimentables, Material particulado menor a 10 micrones (PM10), Material particulado menor a 2.5 micrones (PM 2.5), Monóxido de carbono (CO), Ozono, Dióxido de azufre (SO_2) y Dióxido de nitrógeno (NO_2).

Tabla 1 Límites máximos permisibles normativas ecuatorianas

	Concentraciones en 8 horas	Promedio aritmético de concentraciones en un año	Promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas
PM 10	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM 2.5	-	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO_2	-	-	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
OZONO	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
NO_2	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

Fuente: Acuerdo ministerial 097-A

Donde también está la tabla de alertas de estos parámetros, donde se proporcionan valores de límites los cuales sobrepasados estos existe una contaminación de alto riesgo y deberá buscar una solución y remediación hacia el aire.

Tabla 1. Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15000	30000	40000
Ozono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	1000	1800
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	400	500
Material Particulado PM 2,5 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	250	350

Ilustración 3 Tabla de los 3 niveles de alarmas

En Ecuador, la normativa relacionada con la calidad del aire se encuentra principalmente en la Ley Orgánica del Ambiente (LOA), que es la ley marco que rige los temas ambientales en el país. Además de la LOA, existen normas específicas y resoluciones del Ministerio del Ambiente que establecen los límites y estándares para la calidad del aire, así como los procedimientos para monitorear y controlar las emisiones contaminantes.

Estándares de calidad del aire: La normativa establece límites máximos permitidos para diferentes contaminantes atmosféricos, como partículas PM10 (partículas en suspensión con un diámetro menor a 10 micrómetros), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y monóxido de carbono (CO).

Monitoreo de la calidad del aire: El gobierno ecuatoriano tiene programas de monitoreo para medir la calidad del aire en diferentes áreas urbanas e industriales del país. Esto ayuda a identificar las áreas donde la calidad del aire no cumple con los estándares establecidos y permite tomar acciones correctivas.

METODOLOGÍA

3.1 Investigación descriptiva

En este estudio descriptivo se analizan el material particulado y los gases de combustión tanto en el ambiente como en los vehículos de transporte escolar en la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora, Guayaquil. El principal objetivo es comprender y describir las principales causas de contaminación por partículas y gases de escape, así como las posibles repercusiones en la salud y bienestar de la comunidad educativa. Para la obtención de esta, se utilizaron equipos de medición de partículas y gases para ejecutar las observaciones detalladas y los datos obtenidos se analizaron exhaustivamente con el fin de lograr una comprensión sobre el entorno de material particulado y gases.

El material particulado y los gases de combustión son uno de los principales contaminantes ambientales en el aire los cuales generan un impacto negativo tanto en el ambiente como en la salud de las personas, la Universidad Politécnica Salesiana está ubicada en una zona donde se encuentran instaladas diversas fábricas y empresas que poseen de chimeneas debido a la producción que estos generan, las cuales con él factor del viento se trasladan a las cercanías logrando que todo ese humo vaya a las comunas, urbanizaciones, sectores educativos. La institución educativa ha tenido un reciente crecimiento de estudiantado ingresado, existe un incremento de la parte vehicular, la cantidad generada de gases y de material particulado se verá aumentando debido al movimiento lo cual genera un impacto significativo en la salud y bienestar de los estudiantes, profesores, personal de aseo, área administrativa.

El propósito principal de esta investigación descriptiva es la recopilación de información de manera precisa y detallada sobre los niveles de material particulado y gases de combustión en la

Universidad Politécnica Salesiana y determinar las principales zonas de contaminación por partículas y gases de escape. De la misma manera, se busca comprender cómo estas zonas de contaminación logran afectar a la comunidad y proponer posibles soluciones para lograr mejorar la situación.

Para lograr este estudio, se utilizó metodología descriptiva que implicó la obtención y análisis de datos en el terreno, se usó un equipo contador de partículas y de gases de combustión para medir el material particulado y gases de escape en diversos puntos de la Universidad Politécnica Salesiana. Donde se realizó mediciones en distintos momentos del día y de la semana.

El estudio descriptivo ha proporcionado una idea completa acerca de la problemática del material particulado y gases de combustión en la Universidad Politécnica Salesiana, los niveles elevados de partículas los cuales tienen orígenes del paso de vehículos constante, actividades de remodelamiento y factores climáticos tienen un efecto sobre la vida de la institución educativa.

3.2 Medición calidad del aire

El trabajo de determinar la calidad de aire de la Universidad Politécnica Salesiana del campus María Auxiliadora, Guayaquil, se demuestra el procedimiento de medir el aire ambiente con el equipo de contador de partículas portátil y el equipo medidor de gases X-Am 2500. Estos equipos son usados con frecuencia para las mediciones de partículas en el ambiente y de los gases generados por vehículos, chimeneas o algún punto de generación constante de gases que afecten al ambiente.

El fin de este estudio es la utilización de equipos medidores de la calidad aire ambiente, los cuales miden material particulado, CO , H_2S en diversos puntos dentro de las instalaciones de la

universidad politécnica salesiana, campus María Auxiliadora para la obtención de datos fiables sobre los niveles del aire.

Para las mediciones respectivas se utilizó una metodología respectiva la cual se deriva en:

- Puntos establecidos de forma estratégica y donde existe mayor flujo de personas, vehículos.
- Mediciones calidad del aire: Para obtener un mayor rango y de forma asertiva los datos se lo realizaron durante un periodo de 1 mes, de forma constante dentro de los 5 días laborales en el mismo horario donde existía un flujo constante.
- Constancia de datos: Se llevó un registro de los datos obtenidos en caso de material particulado el PM 2.5 y PM 10 en unidades de microgramos sobre metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y los gases como el Co, H_2S en partes por millón (PPM), donde también se anotaron los factores climáticos y cualquier situación externa que altere los datos.

3.3 Población

La población para tener en cuenta es toda la comunidad Salesiana del campus María Auxiliadora y la comuna nueva vida II que son los mayores afectados por el material particulado generado.

3.4 Margen de error

Para calcular el error primero se tuvo que obtener las muestras totales (n) para poder calcular nuestro error de investigación, la cual deriva de la siguiente fórmula *margin de error* = $Z * \left(\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right)$ (insertar formula). Que es la fórmula de error con poblaciones infinitas

Donde como muestras (n) se obtuvo un total de 1430 en donde se trabajará con un nivel de confianza del 95% lo cual z equivale a 1.96.

$$\text{margen de error} = 1.96 * \left(\sqrt{\frac{0.5(1 - 0.5)}{1430}} \right) \rightarrow \text{margen de error} = 0.0006853146$$

Así quedaría la fórmula con los datos insertados y lo cual da como resultado que el margen de error existente es de 0.000685316.

3.5 Equipos

Para la correcta medición y obtención de datos se utilizaron diversos equipos donde cada uno cumple su función vital dentro de la preparación, recolección y análisis de los datos. Los equipos usados son:

3.5.1 GPS

La aplicación de perímetro GPS o la medición de terreno GPS es una aplicación de herramienta inteligente para calcular los puntos geográficos con un margen de error ± 5 , el cual nos facilitara el trabajo de referenciar en las tomas de datos, para el mapa.



Ilustración 4 Equipo Gps

3.5.2 Detector de gases múltiples portátil

El detector de gases múltiples portátil en el estudio respectivo cumple la función de captar los gases tanto de ambiente como de chimeneas, vehículos, cualquier fuente fija o móvil que emita gases, donde el equipo mide:

- **CO:** El monóxido de carbono es un gas que es producido por la quema de combustibles fósiles, donde hay un mayor flujo de vehículos o cualquier medio de transporte existirán rastros de estos. El equipo los mide en partes por millón (ppm)
- **H₂S:** El ácido sulfúrico es un gas incoloro que proviene de refinerías de la industria química y desechos cloacales. Las naftas argentinas son poco azufradas, por lo que en nuestro medio los compuestos azufrados contaminantes provienen, en general, de fuentes fijas. El cual el equipo lo mide en partes por millón (ppm)
- **O₂:** El oxígeno en el cual se encuentra el ambiente, en caso de existir menos del 21% significa que hay algún problema en respecto a la calidad del aire.
- **Ex:** Detecta los explosivos que se encuentren en el ambiente.

El equipo detector de gases múltiples de tipo voz portátil nos sirve para de manera preventiva y de conocimiento el cual puede medir de forma continua la concentración de gases, este tiene diversos sensores integrados los cuales miden gases de combustión y gases explosivos en su mayoría y también cuenta con diversas alarmas en dependencia del nivel de contaminación existente por cada parámetro establecido dentro del equipo.



Ilustración 5 Equipo multiparámetros de gases

Operación del equipo:

Al comenzar el inicio del equipo, el detector realizará una prueba de vibración y luz. La prueba de sonido, pantalla, luz y vibración se puede mostrar la superficie principal de gas normal y se puede ver la concentración de gas en tiempo real. (Amazon, s.f.)

EX	O2
0%LEL	20.9%
H2S	CO
0PPM	0PPM

Ilustración 6 Panel principal del equipo

El equipo al momento de encender pasa por un periodo de calibración al entorno donde se encuentre y pasa por un precalentamiento de los sistemas para poder funcionar de forma correcta. Después puede apreciar cómo es la pantalla al momento de iniciar el equipo saldrá los siguientes datos en valores neutros, debido a que no se ha tomado desde la fuente de emisión.

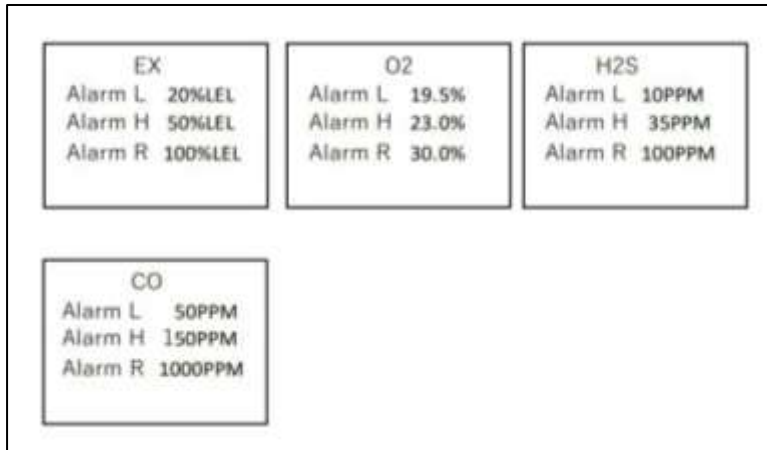


Ilustración 7 Niveles máximos captados por el equipo

Aquí se puede observar los límites que el equipo detecta con respecto a cada parámetro que él mide, y en la cual tiene un sistema de “alarmas” que en dependencia de pasar cada límite observable emite un ruido o sonido característico para conocer si el ambiente está con buena calidad o mala.

Alarma de detección de los gases sometidos a estudio:

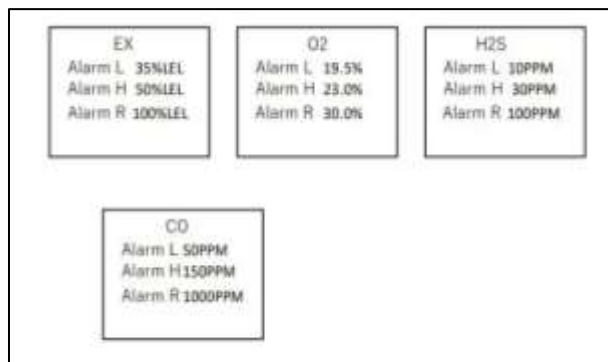


Ilustración 8 Configuración del nivel de alarma

- **Alarma EX:** Una vez el equipo detecta el parámetro de EX que está sobrepasando los niveles bajos de concentración estimados por el equipo este emitirá un sonido que dice: "Tenga en cuenta que la concentración de gas EX excede el estándar".

- **Alarma de O_2 :** El equipo al detectar una concentración mínima del O_2 el cual representa que el nivel de oxígeno está decayendo debido algún contaminante este sonara diciendo: ", que es más alta que el umbral de alarma alto establecido por el sistema.
- **Alarma de H_2S :** El equipo cuando recibe concentraciones mínimas, medias y altas de H_2S saltará la alarma de seguridad diciendo la siguiente frase: "Tenga en cuenta que la concentración de gas H_2S excede el estándar" y continuará simulando el sonido de la alarma; la alarma lamp encima del detector y el motor de vibración interno se encenderán simultáneamente; Cuando el valor de la alarma es bajo, los estados de alarma de voz, luz y vibración desaparecen.
- **Alarma de CO:** Al igual que los otras alarmas el equipo al detectar concentraciones, mínimas, medias y altas del monóxido de carbono (CO) saltará la alarma de: "Tenga en cuenta que la concentración de gas CO supera el estándar" y continuará simulando el sonido de la alarma; la alarma lamp encima del detector y el motor de vibración interno se encenderán simultáneamente; Cuando el valor de la alarma es bajo, los estados de alarma de voz, luz y vibración desaparecen.

3.5.3 Contador de partículas

El equipo portátil contador de partículas dentro del estudio es fundamental ya que por medio de este se podrá lograr la determinación de material particulado 2.5 y 10 dentro de la Institución, adicional el equipo mide otros parámetros como CO, Formaldehidos, temperatura, humedad relativa, punto de rocío de temperatura.



Ilustración 9 Equipo contador de Partículas

El equipo contador de partículas al entrar a cada canal que posee, de material particulado, Formaldehído y CO, se podrá apreciar en la pantalla los tipos de partículas, Cantidad de formaldehído y cantidad de CO, a su vez el equipo en cada canal calcula la temperatura, punto de rocío de temperatura midiendo con una precisión de ± 0.5 °C, con la humedad relativa tiene una precisión de $\pm 3\%$ RH.



Ilustración 10 Panel de la temperatura y humedad relativa

Dentro de los diferentes canales tiene la opción de tomar fotos y realizar videos con la cámara posterior del equipo en caso de necesitar evidencias en momento de la toma de datos.



Ilustración 11 Vista de canal de contador de partículas

3.5.3.1 Canal contador de partículas

El equipo posee un canal de contador de partículas donde mide partículas desde 0.3µm, 0.5 µm, 1.0 µm, 2.5 µm, 10 µm. En este se puede modificar en el canal de vista y ubicar el tipo de micra que queremos obtener, adicional el canal posee 3 tipos de modo de conteo donde hay: acumulativo, diferencial y concentraciones. El equipo cuenta con sus debidas especificaciones con respecto al canal de partículas donde se puede observar:

- Tasa de flujo: $0.1 \text{ ft}^3 (2.83 \frac{\text{L}}{\text{min}})$
- Eficiencia de conteo: 50% @ 0.3µm; 100% por partículas > 0.45 µm
- Pérdida de coincidencia: 5% a 2,000,000 partículas por ft^3
- Almacenamiento de datos: 5000 de registro de muestras



Ilustración 12 Vista canal y datos

El equipo posee dos modalidades, el contador de partículas donde se obtiene las partículas de los 3 modos de conteo previamente mencionados.

Con respecto a la modalidad posee la de concentraciones de masas, en este modo calcula únicamente PM 2.5 Y PM10, las mide en unidades de microgramo sobre metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). El cual son las unidades requeridas en base a la normativa ambiental.



Ilustración 13 Vista canal de concentraciones de masas

3.5.3.2 Canal medidor de gas formaldehído

El canal de gas formaldehído medidos por el equipo los analiza en unidades de parte por millón (PPM), en el canal de formaldehído se puede modificar las alarmas respectivas llegadas a un límite, el nivel máximo y mínimo, el tiempo de espera antes de comenzar a realizar las mediciones. Los rangos que mide el equipo son de 0.01-5000 PP, donde el nivel de precisión que tiene el equipo es de $\pm 5\%$ F.S.



Ilustración 14 Vista canal medidor de monóxido de carbono

3.5.3.3 Canal medidor de gas CO

El canal de gas de monóxido de carbono (CO) el cual mide el equipo demuestra los resultados en parte por millón (PPM), en el canal de monóxido de carbono (CO) se puede modificar las alarmas de los límites, los niveles mínimos y máximos, el tiempo de espera antes de empezar con la medición. El rango que mide el equipo es de 10-1000PPM teniendo como nivel de precisión de $\pm 5\%$ F.S.

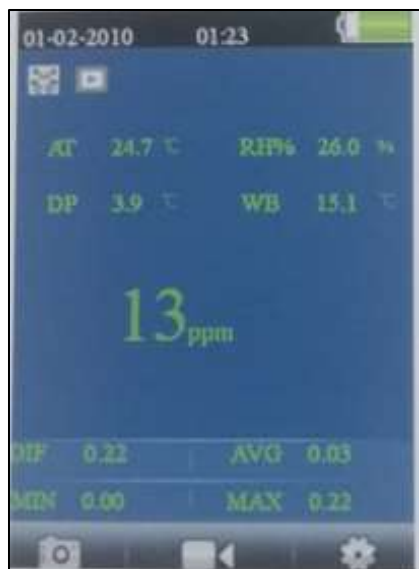


Ilustración 15 Vista canal medidor de formaldehido

3.6 Puntos de monitoreo

Para establecer los puntos de muestreo se realizó una prueba piloto de la calidad del aire existente dentro de la Institución, se logró determinar que en áreas mostrados en la tabla 2, son los de mayor circulación tanto de los tranvías y de los vehículos. En dicha prueba se establece lo siguiente:

- El primer punto se lo realizó en la parte de las canchas de basquetbol, donde antiguamente se parqueaban los expresos.
- El segundo y tercer punto de monitoreo fueron en el parqueadero de vehículos particulares de la Institución.
- El cuarto punto se lo realizó detrás del auditorio debido que ahí existe una vía de acceso de entrada de vehículos al parqueadero de docentes.
- El quinto punto se ubicó en la cerca de la garita.

- El sexto y séptimo punto se ubicaron en las afueras de la universidad frente a la comuna nueva vida, debido a la remodelación de la vía principal de acceso de vehículos a los parqueaderos.
- Desde el octavo hasta el treceavo punto se seleccionaron 3 buses de las rutas sur, norte y joya, que brindan el servicio de expreso en la Universidad, para lo cual se establecieron las mediciones en la parte interna y en los tubos de escape de cada vehículo.

Tabla 2 Delimitación puntos de muestreo

Lugares de muestro	Puntos geográficos	
	17S	
	X	Y
Antiguo parqueo de expresos de la Universidad.	606276,000	9757380,000
Parqueo de vehículos punto 2.	606735,304	9757278,58
Parqueo de vehículos punto 1.	606851,747	9757273,42
Parte posterior del auditorio (Entrada 4)	606988,294	9757264,17

Puerta principal de la Institución, (Entrada 3)	607196,826	9757355,01
Frente comuna nueva vida II (Entrada 1)	607211,142	9757188,5
Frente comuna nueva vida II (Entrada 2)	607147,007	9757076,42



Ilustración 16 Área de muestreo

Fuente: Google Earth.

3.7 Muestreo

Existen diferentes tipos de muestreos los cuales son empleados de manera apropiada según el caso y la experiencia del investigador, donde hay los de tipo probabilístico y no probabilístico. Los de tipo probabilístico se subdividen en:

- Muestreo aleatorio simple.
- Muestreo aleatorio sistemático.
- Muestreo aleatorio estratificado.
- Muestreo aleatorio conglomerado.

En los muestreos no probabilísticos son aquellas que son seleccionadas por conveniencia del investigador dependiendo lo que desee encontrar, en donde se dividen en algunos métodos a seguir tales como:

- Muestreo por conveniencia.
- Muestreo por cuotas.
- Muestreo intencional.
- Muestreo casual o incidental.
- Bola de nieve.

En el caso estudio a realizar se tomará el muestreo probabilístico de aleatorio simple debido al espacio a realizar las tomas de muestras, donde se las demostrará en un mapa con ayuda del software de creación de mapas conocido como ArcGIS.

3.8 Procedimiento

Para poder realizar las mediciones en las óptimas condiciones se debe tener en cuenta ciertos criterios, así como hacer una previa revisión de los datos, normativas, clima, factores antropogénicos que logren una afectación al momento de toma de datos. Se estableció los requisitos para que la toma de datos salga de forma efectiva.

Tabla 3 Metodología para mediciones

Metodología para mediciones	
1	Realizar la selección de puntos de muestreo más significativos, tomando en cuenta las zonas más vulnerables de la universidad.
2	Supervisar el estado de los equipos a utilizar para las mediciones y que estén correctamente calibrados.
3	Verificar la normativa para las mediciones de material particulado, se realizará la toma de datos a partir de 1.50 metros de altura. El equipo de gases múltiples se lo ubicará de manera directa al tubo de escape de los vehículos prestadores de servicios de la Universidad Politécnica Salesiana.
4	Revisar de manera rutinaria las condiciones climáticas, ya que en caso de la presencia de lluvia no se podrá realizar las mediciones.
5	Establecer el periodo de la toma de datos, eso se hace con respecto a la precisión y confiabilidad que se requiera para el estudio.
6	Recopilación de datos, elaboración de mapas con los resultados obtenidos para establecer los puntos o zonas de mayor influencia de contaminación de material particulado y emisión de gases.

Una vez establecido la pre-revisión y haber delimitado los puntos para realizar las mediciones se realizará el siguiente procedimiento con respecto al monitoreo.

- En primer lugar, se estableció el periodo de muestreo, que fue todos los días laborales de la semana durante un mes.
- Se realizaron 5 repeticiones por cada toma de muestras en los puntos establecidos dentro de la Universidad y de los dos puntos que están fuera de la misma.

- Para los puntos que se sitúan en cada bus se realizaron 3 repeticiones tanto al interior como en el tubo de escape.
- El modo utilizado en el equipo contador de partículas es concentraciones de masas las cuales reflejan las unidades requeridas que son microgramos sobre metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Con los resultados obtenidos se establecerá cuáles fueron los puntos que presentan valores más elevados de PM, CO, H_2S . Para realizar la comparación con la normativa de la OMS y la ecuatoriana.
- Con las muestras y datos realizar el cálculo del error con población infinita que existe dentro de manera estadística para obtener el nivel de confianza que el estudio posee.
- Con los datos recopilados se realizará un mapa con ayuda del programa ArcGIS para poder ver el grado de las emisiones en los diferentes puntos establecidos.

3.9 Realización de mapas

Para la elaboración de mapas se lo realizara en el programa ArcGIS el cual para proceder y hacer la correcta elaboración de mapas. Siempre tomando en cuenta ya haber obtenido los datos necesarios como, los puntos geográficos y las mediciones de los datos.



Ilustración 17 Propiedades de capas ArcGIS

Donde en primer paso para poder realizar el mapa es poniendo la zona en donde tu vives en este caso Guayaquil se encuentra en la Zona 17S en las coordenadas UTM, una vez seleccionadas aplicamos y aceptamos.



Ilustración 18 Imagen georreferenciada

Luego de colocar en qué sistema de coordenadas usamos, procedemos a georreferenciar los puntos, esto se lo hace en conjunto con los puntos obtenidos previamente en campo con el GPS.

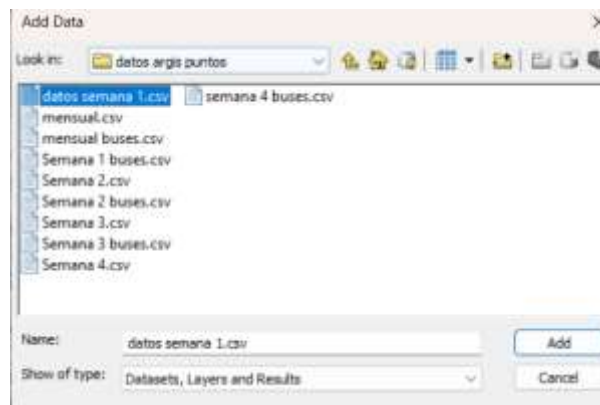


Ilustración 19 Insertar los datos de Excel

Una vez georreferenciado nos dirigimos al Excel donde tenemos la información, tanto como puntos geográficos y los datos de las mediciones realizadas en campo, para adjuntarlo al ArcGIS.

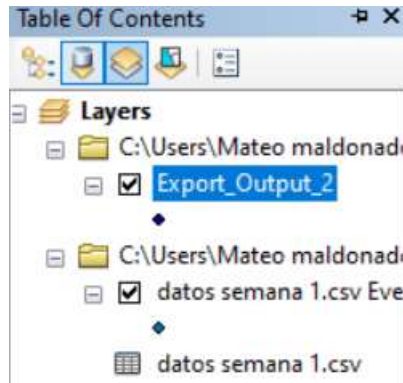


Ilustración 20 Capas generadas por insertado de datos

Ya colocado el Excel se procede a crear un shp con esos datos insertados, para poder trabajar y realizar los siguientes procesos.

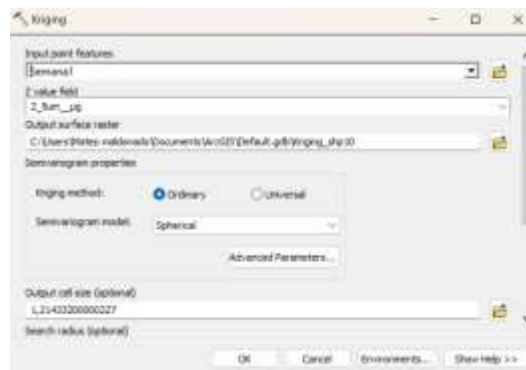


Ilustración 21 Kriging modo de interpolación

Nos dirigimos al apartado de interpolación y seleccionamos la opción Kriging donde se seleccionará los datos de las mediciones y se seleccionará el área delimitada que deseamos obtener el área de afectación o el área de influencia.



Ilustración 22 Mapa de área de trabajo



Ilustración 23 Capas finales creadas

Donde se obtendrá el mapa deseado con la respectiva área de influencia o la zona de estudio delimitada por colores en una escala donde cada color representa de menor a mayor contaminación en dependencia de cómo haya colocado y como uno necesita saber sobre los datos.

3.10 Cronograma y actividades

Cronograma de Actividades		
	Fecha de inicio	Fecha final
Elaboracion del anteproyecto	22/5/2023	13/6/2023
Prueba piloto	29/6/2023	29/6/2023
Monitoreo de aire ambiente	5/7/2023	28/7/2023
Trabajo de los capitulos	5/7/2023	18/8/2023
Revisión y entrega del capitulo I	20/7/2023	21/7/2023
Revisión y entrega de capitulo II	27/7/2023	28/7/2023
Revisión y entrega de capitulo III	3/8/2023	4/8/2023
Revisión y entrega de capitulo IV	10/8/2023	11/8/2023
Revisión y entrega del trabajo final	17/8/2023	18/8/2023

Ilustración 24 Cronograma de actividades

3.11 Presupuesto

Para el estudio se realizó una cotización con respecto a los equipos empleados, lo cual el GPS y el contador de partículas fueron proporcionados por la Universidad exceptuando el equipo medidor de gases que fue adquirido de forma particular.

Tabla 4 Presupuesto a usar

Equipo	Serie	Costo
Equipo medidor de gases	X-Am 2500	\$120,00
GPS	eTrex 10	\$244,00
Contador de partículas	PCE-PQC 3xEU/US	\$1500,00

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El análisis de mediciones de calidad del aire es un proceso fundamental para evaluar la concentración de contaminantes y evaluar la salud ambiental en una determinada área.

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis de resultados interior y exterior de instalación educativa

4.1.1.1 Semana 1

Durante el día uno se seleccionarán puntos de muestreo en las zonas vulnerables de la Universidad Politécnica Salesiana, los equipos para mediciones deben estar en buen estado y calibrados.

Tabla 5 Datos del primer día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	11,60	23,2	33,1	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	29,40	29	29,08	63,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	15,00	38,2	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	10,60	20,6	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	16,60	66,6	29,68	63,60	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	45,60	35,4	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	71,20	148,8	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

En el día dos las mediciones de material particulado se harán a 1.50 metros de altura y los equipos de gases se ubicarán en el tubo de escape de los vehículos de la universidad. No se medirá bajo lluvia para que las condiciones climáticas no afecten los resultados.

Tabla 6 del Datos segundo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	15,60	26,60	33,10	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	32,40	41,20	29,08	63,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	29,00	35,80	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	13,40	22,00	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	16,20	26,00	29,68	63,60	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	24,60	34,00	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	16,20	29,80	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

Para el día 3 se definirá el periodo de toma de datos según la precisión necesaria para el estudio, por último, se recopilaron datos y se elaboraron mapas para identificar zonas de alta contaminación.

Tabla 7 Datos del tercer día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	12,00	23,2	33,1	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	24,40	36,80	29,08	63,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	14,20	33,80	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	17,00	27,20	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	17,40	32,80	29,68	63,60	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	52,00	65,40	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	17,20	28,60	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

Se hizo una tabla semanal para presentar y analizar datos recopilados sobre concentraciones de contaminantes, condiciones meteorológicas y otros factores relevantes.

Tabla 8 Recopilación de datos en semana mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	13,07	24,33	33,1	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	28,73	35,67	29,08	63,50	606735,304	9757278,58

Parqueo punto 1	19,40	35,93	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	13,67	23,27	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	16,73	41,80	29,68	63,60	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	40,73	44,93	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	34,87	69,07	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

4.1.1.2 Semana 2

Durante el día cuatro se puede comparar fácilmente los datos entre semanas consecutivas o entre la misma semana y los valores obtenidos.

Tabla 9 Datos del cuarto día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	29,00	113,80	26,70	59,68	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	66,20	185,00	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	54,40	106,20	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	23,80	52,00	32,48	58,38	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	15,60	29,20	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	21,60	34,00	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses	18,20	27,60	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

posterior (E2)						
-----------------------	--	--	--	--	--	--

Durante el día cinco se hizo el recogimiento de los índices de contaminación y como estos juegan un papel crucial en la gestión, comprensión y comunicación de la calidad del aire por ello como se presentan en la siguiente tabla podemos observar un incremento en los parámetros sometidos a estudio.

Tabla 10 Datos del quinto día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	11,60	23,20	33,10	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	6,60	14,40	31,84	55,86	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	10,80	34,60	32,52	52,76	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	6,80	14,00	29,58	60,16	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	11,80	27,20	31,20	56,12	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	9,80	23,40	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	8,40	22,20	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

Para el día seis la toma de índices de contaminantes del estudio se enfocó en la medición y monitoreo de distintos tipos de contaminantes presentes en el ambiente, con el fin de evaluar la calidad del, aire los datos mostrados a continuación presentan una media semanal.

Tabla 11 Datos del sexto día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	29,00	113,80	26,70	59,68	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	66,20	185,00	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	54,40	106,20	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	23,80	52,00	32,48	58,38	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	15,60	29,20	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	21,60	34,00	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	18,20	27,60	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

Para el día siete y como se menciona anteriormente en el caso del aire, muchos países utilizan un índice de calidad del aire (AQI, por sus siglas en inglés) que integra varias mediciones en un único número para comunicar el nivel de riesgo para la salud pública. El AQI se categoriza en diferentes niveles, desde "Bueno" hasta "Peligroso".

Tabla 12 Datos del séptimo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	29,00	113,80	26,70	59,68	606276,000	9757380,000

Parqueo punto 2	66,20	185,00	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	54,40	106,20	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	23,80	52,00	32,48	58,38	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	15,60	29,20	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	21,60	34,00	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	18,20	27,60	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

El día ocho se continuó realizando las mediciones respectivas y fue importante la calibración asegura que los resultados obtenidos sean precisos, ya que un equipo no calibrado puede arrojar mediciones erróneas que podrían llevar a interpretaciones incorrectas.

Tabla 13 Datos del octavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	29,00	113,80	26,70	59,68	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	66,20	185,00	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	54,40	106,20	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	23,80	52,00	32,48	58,38	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	15,60	29,20	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses	21,60	34,00	33,90	49,52	607211,142	9757188,5

adelante (E1)						
Parqueo buses posterior (E2)	18,20	27,60	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

El promedio de la semana 2 dio valores altos en cuanto a los parámetros para la Norma de Calidad Ambiental de Aire (NCAA) permisibles para diferentes contaminantes atmosféricos, tales como partículas en suspensión (PM10 y PM2.5).

Tabla 14 Recopilación de datos de la segunda semana de mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	25,52	95,68	26,70	59,68	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	54,28	150,88	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	45,68	91,88	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	20,40	44,40	32,48	58,38	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	14,84	28,80	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	19,24	31,88	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	16,24	26,52	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

4.1.1.3 Semana 3

El día nueve comenzó el proceso de construcción y renovación de la carretera y el edificio cercano al parqueo punto 1.

Tabla 15 Datos del noveno día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	13,20	31,40	31,88	58,26	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,60	52,40	32,20	56,24	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	12,00	22,80	29,70	62,74	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	12,60	27,60	33,02	53,12	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	12,40	28,40	31,16	57,96	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	13,20	43,00	33,62	51,24	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	15,00	35,20	34,30	49,80	607147,007	9757076,42

El día diez se verificó a través de la Regulación de Emisiones Vehiculares el cual es uno de los principales contribuyentes a la contaminación del aire en áreas urbanas es el transporte. En donde pudimos corroborar datos obtenidos, es importante mencionar que existen regulaciones sobre las emisiones vehiculares y programas periódicos de revisión técnica vehicular para asegurar que los vehículos no excedan los límites permisibles de emisión de contaminantes.

Tabla 16 Datos del décimo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y

Antiguo parqueo buses	15,40	34,60	28,56	68,96	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	15,40	31,40	29,62	66,68	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	11,80	23,00	28,88	68,38	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	16,20	37,20	28,60	68,14	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	20,40	44,20	29,22	66,54	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	16,40	31,40	31,18	63,02	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	16,40	31,40	31,18	68,96	607147,007	9757076,42

Para el día once después de evaluar parámetros estandarizados se debe mencionar que las normativas y regulaciones pueden ser actualizadas con el tiempo, por lo que se es indispensable revisar las fuentes oficiales del gobierno ecuatoriano o de entidades encargadas del medio ambiente en Ecuador para obtener la información más reciente.

Tabla 17 Datos del onceavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	20,40	41,20	29,84	66,20	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,80	35,20	28,40	68,84	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	19,00	32,60	29,10	65,86	606851,747	9757273,42
Parte posterior	21,60	41,60	31,62	60,14	606988,294	9757264,17

auditorio (E4)						
Cerca de garita (E3)	15,40	27,80	28,58	66,58	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	20,40	39,20	31,54	58,08	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	55,60	109,40	34,72	55,58	607147,007	9757076,42

Tabla 18 Datos del doceavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	20,20	40,60	29,84	66,20	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,20	34,60	28,40	68,84	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	14,60	31,00	29,10	65,86	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	20,60	42,00	31,62	60,14	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	15,00	28,40	28,58	66,58	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	18,40	38,60	31,54	58,08	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	66,80	115,20	34,72	55,58	607147,007	9757076,42

Durante el día trece se trabajó en como las leyes ambientales del Ecuador tiene una Ley de Gestión Ambiental que establece los principios y normas generales para la gestión ambiental, incluida la prevención, control y mitigación de la contaminación del aire.

Tabla 19 Datos del treceavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	13,20	31,40	31,88	58,26	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,60	52,40	32,20	56,24	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	12,00	22,80	29,70	62,74	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	12,60	27,60	33,02	53,12	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	12,40	28,40	31,16	57,96	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	13,20	43,00	33,62	51,24	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	15,00	35,20	34,30	49,80	607147,007	9757076,42

Para el día catorce la concentración de contaminantes en el aire es una medida de cuánto de un contaminante particular está presente en una determinada cantidad de aire. Esta concentración suele expresarse en términos de masa por volumen (en este estudio se evaluaron, microgramos por metro cúbico, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) o volumen por volumen (por ejemplo, partes por millón, ppm).

Tabla 20 Datos del catorceavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	22,20	56,60	31,98	53,62	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	26,00	66,40	31,66	55,12	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	21,80	50,60	31,92	53,14	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	16,80	48,80	33,14	50,70	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	18,60	36,40	32,78	51,68	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	68,60	122,80	33,92	46,40	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	29,80	94,40	36,32	42,72	607147,007	9757076,42

Durante la semana tres se observaron Partículas suspendidas (PM10 y PM2.5) las cuales son partículas minúsculas en el aire que pueden ser inhaladas por las personas. PM10 se refiere a partículas con un diámetro menor a 10 micrómetros y PM2.5 a partículas con un diámetro menor a 2.5 micrómetros.

Tabla 21 Recopilación de datos tercera semana de mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	18,28	40,88	30,42	62,65	606276,000	9757380,000

Parqueo punto 2	19,40	44,00	30,06	63,14	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	15,84	32,00	29,74	63,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	17,56	39,44	31,60	58,45	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	16,36	33,04	30,06	61,87	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	27,40	55,00	32,36	55,36	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	37,44	79,64	34,26	52,88	607147,007	9757076,42

4.1.1.4 Semana 4

Durante el día quince se observó que aún estaban en proceso de construcción y renovación de la carretera principal de la Universidad y a su vez el edificio cerca del parqueo punto 1, estaban haciendo remodelación del edificio.

Tabla 22 Datos del quinceavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	17,40	23,20	33,10	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	29,40	29,00	29,08	63,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	15,00	38,20	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	10,60	20,60	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	17,00	66,60	29,68	63,60	607196,826	9757355,01

Parque buses adelante (E1)	13,60	35,40	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	55,60	218,20	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

Para el día diez y seis se mantuvo la constante de la construcción, exceptuando en momentos del monitoreo en el lugar parqueo punto 1 pararon de construir y de hacer todo el trabajo, debido a un descanso que tenían.

Tabla 23 Datos del dieciseisavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	17,20	23,20	33,10	56,72	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	17,60	29,00	29,08	63,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	18,60	38,20	31,44	59,30	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	18,60	20,60	28,16	68,98	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	16,40	66,60	29,68	63,60	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	15,80	35,40	29,02	64,96	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	107,60	218,20	30,28	61,48	607147,007	9757076,42

En el día diez y siete se notó que en los puntos exceptuando la garita salieron datos bajos, en garita debido a que están en proceso de construcción y el paso y levantamiento constante de polvo salían datos altos en el lugar.

Tabla 24 Datos del diecisieteavo mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	17,20	30,60	32,06	54,16	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	14,80	30,40	30,18	57,28	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	17,60	25,60	29,94	56,28	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	18,60	47,40	31,08	53,84	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	37,20	97,40	30,52	55,18	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	22,40	41,00	32,70	50,20	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	17,20	24,60	28,60	36,22	607147,007	9757076,42

Día diez y ocho hubo presencia de movimiento vehicular pesado por la garita de la Universidad debido a la construcción llevada en la semana.

Tabla 25 Datos del dieciochoavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y

Antiguo parqueo buses	16,00	29,40	32,06	54,16	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	14,20	31,20	30,18	57,28	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	13,60	26,00	29,94	56,28	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	19,00	47,40	31,08	53,84	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	36,40	119,60	30,52	55,18	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	22,40	35,60	32,70	50,20	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	16,20	24,60	28,60	36,22	607147,007	9757076,42

Día diez y nueve se presentó una temperatura alta y con un viento favorable hacia la zona de mediciones por las cuales en algunos sectores saldrá altos donde posteriormente procedían a encontrarse niveles bajos.

Tabla 26 Datos del diecinueveavo día mediciones a la Institución

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	25,40	52,20	26,70	59,68	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,00	44,00	29,88	65,50	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	22,00	49,80	32,14	60,20	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	16,40	34,40	32,48	58,38	606988,294	9757264,17

Cerca de garita (E3)	15,60	29,20	31,28	57,20	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	21,60	34,00	33,90	49,52	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	18,20	27,60	32,72	53,18	607147,007	9757076,42

Para la semana cuatro se comprobó la presencia de partículas en ciertos sectores elevados debido a la presencia de una construcción dentro de las Instalaciones, tanto en la carretera como en un edificio cercano a los puntos establecidos de monitoreo.

Tabla 27 Recopilación de datos la cuarta semana de mediciones Institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	18,64	31,72	31,40	56,29	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	18,80	32,72	29,68	61,41	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	17,36	35,56	30,98	58,27	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	16,64	34,08	30,19	60,80	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	24,52	75,88	30,34	58,95	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	19,16	36,28	31,47	55,97	607211,142	9757188,5
Parqueo buses posterior (E2)	42,96	102,64	30,10	49,72	607147,007	9757076,42

En cuanto al estadístico mensual se obtuvo a través de herramientas estadísticas una media aproximada por las cuatro semanas, el monitoreo de estos y otros contaminantes es crucial para proteger la salud pública y el medio ambiente. Las concentraciones excesivas de estos contaminantes pueden tener efectos nocivos sobre la salud humana, como problemas respiratorios, enfermedades cardiovasculares y otras afecciones. Por ello, muchos países tienen normas y límites de calidad del aire que establecen las concentraciones máximas permitidas de estos contaminantes en el aire ambiente.

La concentración de estos contaminantes puede variar según la región, la hora del día, la estación del año y las condiciones meteorológicas. Por lo tanto, es importante consultar fuentes locales o nacionales de monitoreo del aire para obtener información actualizada sobre la calidad del aire en una zona específica.

Tabla 28 Recopilación mensual de los datos obtenidos en las mediciones a institución

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
					X	Y
Antiguo parqueo buses	18,88	48,15	30,73	58,69	606276,000	9757380,000
Parqueo punto 2	30,30	65,82	29,77	62,91	606735,304	9757278,58
Parqueo punto 1	24,57	48,84	31,09	59,87	606851,747	9757273,42
Parte posterior auditorio (E4)	17,07	35,30	30,46	61,74	606988,294	9757264,17
Cerca de garita (E3)	18,11	44,88	30,34	60,35	607196,826	9757355,01
Parque buses adelante (E1)	26,63	42,02	31,69	56,45	607211,142	9757188,5

Parqueo buses posterior (E2)	32,88	69,47	31,84	54,31	607147,007	9757076,42
-------------------------------------	-------	-------	-------	-------	------------	------------

Tabla 29 Comparación con normativa

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Normativa Ecuatoriana 2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OMS 2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Normativa Ecuatoriana 10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OMS 10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Antiguo parqueo buses	18,88	50	25	48,15	100	50
Parqueo punto 2	30,30	50	25	65,82	100	50
Parqueo punto 1	24,57	50	25	48,84	100	50
Parte posterior auditorio (E4)	17,07	50	25	35,30	100	50
Cerca de garita (E3)	18,11	50	25	44,88	100	50
Parque buses adelante (E1)	26,63	50	25	42,02	100	50
Parqueo buses posterior (E2)	32,88	50	25	69,47	100	50

4.1.2 Análisis de resultados interior y exterior de buses prestadores de servicios

4.1.2.1 Semana 1

El miércoles 5 de julio del presente año se empezó a realizar las mediciones en los buses, estuvieron en condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas. Donde se realizó la muestra a partir de las 11:00 am, ya que esta hora es la apropiada debido que los estudiantes aún no abordan los expresos. Con respecto a los tubos de escape se tendrá hacia los 3 autobuses las mismas condiciones y se lo realizará con los motores encendido y aire acondicionado.

Tabla 30 Datos del primer día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m ³)	10um (µg/m ³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,00	11,67	0	30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	12,00	0	29,87	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	3,33	10,67	0	30,93	49,20	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	5,67	19,00	50	30,43	52,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	17,67	46,33	120	35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	97,67	165,67	200	39,13	49,60	607134,314	9757128,85

En la tabla se logra apreciar que los datos obtenidos del primer día en el interior de los buses son bajos los cuales son buenos porque hay un aire limpio y no hay alguna falla dentro de los ductos del aire o suciedad que pueda afectar a los estudiantes. Por otro lado, en los tubos de escape se aprecia datos aun dentro de lo estándar o normal, exceptuando por la ruta sur la cual hay un excedente. Esto es justificado debido a que la ruta sur es un carro de motor más grande y es el de

más años en comparación a los otros dos buses, donde exige más combustible por la cual genera mayor material particulado, así como monóxido de carbono (CO).

El jueves 6 de julio estuvieron en condiciones de acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas. Donde las mediciones se las hizo a la misma hora 11:00 am en los expresos.

Tabla 31 Datos del segundo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,00	11,67	0	30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	12,00	0	29,87	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	3,33	10,67	0	30,93	49,20	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	5,67	19,00	50	30,43	52,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	17,67	46,33	120	35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	118,33	168,67	200	39,13	49,60	607134,314	9757128,85

En la tabla del día 2 no hay mucha varianza con respecto al interior y tubos de escape en buses, el único que varía es el expreso sur, debido que al momento de medir aceleró poco tiempo a razón que tuvo que avanzar a posicionarse en el lugar respectivo del paradero.

El viernes 7 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 32 Datos del tercer día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)		AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
							X	Y
Interior bus joya	4,00	11,67	0		30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	12,00	0		29,87	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	3,33	10,67	0		30,93	49,20	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	14,00	22,33	50		30,43	52,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	26,00	56,00	120		35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	112,33	165,67	200		39,13	49,60	607134,314	9757128,85

En la tabla no existe muchos cambios con respecto a los otros días de la primera semana, donde se puede ver que los datos obtenidos son constantes en el interior de los expresos, donde varia en los tubos de escape debido a que pueden interferir otros factores, como aceleración de buses, levantamiento de polvo de buses adyacentes, etc.

Una vez obtenidos los datos de la semana, se procedió a realizar una tabla semanal recopilando las mediciones realizadas, para obtener un promedio y media con respecto a cada punto establecido.

Tabla 33 Recopilación de la primera semana mediciones buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,00	11,67	0	30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	12,00	0	29,87	59,73	607230,199	9757058,58

Interior bus sur	3,33	10,67	0	30,93	49,20	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	8,44	20,11	50	30,43	52,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	20,44	49,56	120	35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	109,44	166,67	200	39,13	49,60	607134,314	9757128,85

Se puede apreciar que al ser la primera semana se reflejan datos buenos en el interior de los expresos el cual es positivo por la razón de que es un ambiente seguro y sano, para que los estudiantes puedan ser transportados sin el miedo de generarse alguna enfermedad.

4.1.2.2 Semana 2

El lunes 10 de julio de la segunda semana de las mediciones, se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos. Una observación en esta semana el expreso sur no estuvo operando debido arreglos y mantenimiento del bus.

Tabla 34 Datos del cuarto día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	11,67	0	30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	12,00	0	29,87	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	19,33	22,33	60	30,43	52,23	607181,304	9757118,48

Tubo de escape bus norte	66,33	56,00	110	35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Se puede ver que el bus de la joya ha bajado en cuanto a material particulado, esto es debido que el señor que maneja la ruta había limpiado los ductos de aire la cual se aprecia que existe una mejoría en la calidad del aire interior de los expresos cuando hay el correcto mantenimiento.

El martes 11 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos. Manteniéndose en mantenimiento el bus sur.

Tabla 35 Datos del quinto día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	11,67	0	30,53	59,73	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	12,00	0	29,87	45,97	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	10,67	0	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	16,67	22,33	60	30,43	58,63	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	80,00	56,00	110	35,43	48,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Las rutas norte y joya mantienen la calidad en el interior durante dos días consecutivos, en los tubos de escape el expreso norte nota elevado debido al previo movimiento para posicionarse en el lugar respectivo.

Miércoles 12 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 36 Datos del sexto día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	4,00	0	30,53	58,43	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	31,00	0	29,87	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	19,33	22,33	50	30,43	52,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	66,33	56,00	120	35,43	57,73	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Las rutas norte y joya mantienen la calidad en el interior durante tres días consecutivos, en los tubos de escape varía debido en las revoluciones que el expreso se encuentre el cual consumo más o menos combustible. Por la cual hay ocasiones que aceleran y otras no, a su vez tener en cuenta que tener el aire encendido hace que se quemé más combustible y haya mayor producción de smog.

El Jueves 13 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 37 Datos del séptimo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m ³)	10um (µg/m ³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	4,00	0	29,57	45,97	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	12,00	0	30,47	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	19,33	22,33	50	32,53	58,63	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	66,33	56,00	120	35,57	48,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Los datos no han variado debido al buen mantenimiento y en los tubos de escape el factor climático y posicionamiento de los expresos al momento del parqueo ha sido el adecuado para no generar mayor contaminación.

Viernes 14 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 38 Datos del octavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m ³)	10um (µg/m ³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	4,00	0	29,57	45,97	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	19,00	0	30,47	59,73	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	0	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	19,33	31,00	50	32,53	58,63	607181,304	9757118,48

Tubo de escape bus norte	66,33	105,33	120	35,57	48,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

La información se queda constante debido al mantenimiento efectivo y con relación a los sistemas de escape de los vehículos, tanto las condiciones climáticas y ubicación de los buses momento de parquear han sido las óptimas para evitar una emisión mayor de contaminantes.

En esta tabla se representará la recopilación obtenida de la semana 2 de mediciones, donde no se encontrará el expreso sur debido a mantenimiento durante toda la semana.

Tabla 39 Recopilación de la segunda semana de mediciones buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	1,67	4,00	0	29,57	45,97	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	7,67	31,00	0	32,57	58,63	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	18,80	31,00	55	32,53	58,63	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	69,07	105,33	118	35,57	48,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Se observa que del promedio obtenido de la semana no hay mucha diferencia con los obtenidos diariamente debido que, los dos expresos norte y joya dan un mantenimiento constante al aire acondicionado del bus.

4.1.2.3 Semana 3

Lunes 17 de la tercera semana de las mediciones se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 40 Datos del noveno día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,67	12,00	0	39,73	33,53	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	21,33	0	35,17	43,30	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	16,67	43,33	0	30,83	58,67	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	60,00	106,00	50	38,80	50,80	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	94,33	227,00	120	36,17	51,20	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	61,33	95,67	200	30,73	60,70	607134,314	9757128,85

Martes 18 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizó en el mismo horario las mediciones a los expresos. En este día hubo una ausencia del expreso joya debido a mantenimiento del vehículo.

Tabla 41 Datos del décimo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	-	-	-	-	-	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	27,00	62,67	0	29,83	68,13	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	15,00	48,33	0	31,57	43,50	607182,997	9757009,05

Tubo de escape bus joya	-	-	-	-	-	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	78,33	106,67	120	35,43	61,80	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	98,33	219,67	200	39,13	61,80	607134,314	9757128,85

Miércoles 19 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. Este día los expresos salían de forma más temprana por la cual al momento de ir a las 11:00 am, algunos buses tenían poco estudiantado dentro de ellos.

Tabla 42 Datos del onceavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,67	12,00	0	39,73	33,53	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	21,33	0	35,17	43,30	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	16,67	43,33	0	30,83	58,67	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	39,33	69,00	50	34,70	49,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	25,33	49,67	120	38,23	49,63	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	33,33	88,00	200	30,73	60,70	607134,314	9757128,85

Jueves 20 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos.

Tabla 43 Datos del doceavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,67	12,00	0	39,73	33,53	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	21,33	0	35,17	43,30	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	16,67	43,33	0	30,83	58,67	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	39,33	69,00	50	34,70	49,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	25,33	49,67	120	38,23	49,63	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	26,00	86,33	200	30,73	60,70	607134,314	9757128,85

Viernes 21 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. Este día hubo una ausencia de ruta sur y joya, a la ruta joya fue a mantenimiento y en su contraparte la joya le habían usurpado unos cables esenciales para el funcionamiento del vehículo, por la cual no pudo estar presente.

Tabla 44 Datos del treceavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	-	-	-	-	-	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	52,53	21,33	0	43,30	21,47	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05

Tubo de escape bus joya	-	-	-	-	-	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	21,00	49,67	120	49,63	26,13	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

En la tabla siguiente se encontrará de forma detallada la recopilación de las mediciones diarias dentro de la semana 3.

Tabla 45 Recopilación de tercera semana mediciones buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	4,67	12,00	0	39,73	33,53	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	19,87	29,60	0	33,88	48,27	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	16,25	44,58	0	30,58	54,88	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	46,22	81,33	50	36,07	49,76	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	48,87	96,53	120	36,49	52,38	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	54,75	122,42	200	30,94	60,98	607134,314	9757128,85

4.1.2.4 Semana 4

Lunes 24 de julio se presentaron las mismas condiciones de acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. Este día hubo una ausencia de ruta sur

y joya, a la ruta joya fue a mantenimiento y en su contraparte la joya le habían usurpado unos cables esenciales para el funcionamiento del vehículo, por la cual no pudo estar presente.

Tabla 46 Datos del catorceavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	-	-	-	-	-	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	5,67	19,00	0	30,43	52,23	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	-	-	-	-	-	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	118,33	168,67	120	39,13	49,90	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Martes 25 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. En este día retorna la ruta joya a su jornada, pero la ruta sur sigue en mantenimiento.

Tabla 47 Datos del quinceavo mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	3,67	10,33	0	27,97	47,70	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	10,00	18,33	0	27,97	47,70	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	97,67	157,67	50	34,23	49,97	607181,304	9757118,48

Tubo de escape bus norte	96,33	362,33	120	34,23	49,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Miércoles 26 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. En este se va mantenimiento la ruta joya a su, pero la ruta sur sigue en mantenimiento.

Tabla 48 Datos del dieciseisavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um (µg/m ³)	10um (µg/m ³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	-	-	-	-	-	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	4,33	15,00	0	31,17	52,00	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	-	-	-	-	-	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	76,33	127,67	120	33,47	51,60	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Jueves 27 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. En este se va mantenimiento la ruta joya, pero la ruta sur sigue en mantenimiento.

Tabla 49 Datos del diecisieteavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	-	-	-	-	-	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	3,33	13,67	0	31,17	52,00	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	-	-	-	-	-	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	75,67	130,33	120	33,47	51,60	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Viernes 28 de julio se presentaron las mismas condiciones de los acondicionadores de aire prendidos y sin estudiantes adentro lo cual aplica para las 3 diferentes rutas seleccionadas, a su vez se las realizo en el mismo horario las mediciones a los expresos. En este día retorna la ruta joya a su jornada, pero la ruta sur sigue en mantenimiento.

Tabla 50 Datos del dieciochoavo día mediciones a buses

Ubicación	2.5um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (PPM)	AT($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	3,67	10,33	0	27,97	47,70	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	10,00	18,33	0	27,97	47,70	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	97,67	157,67	50	34,23	49,97	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	96,33	362,33	120	34,23	49,97	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Debido a hacer la última semana a medir se realizó la recopilación de los datos diarios de la cuarta semana.

Tabla 51 Recopilación de cuarta semana mediciones buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	3,67	10,33	0	27,97	47,70	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	6,67	16,87	0	29,74	50,33	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	-	-	-	-	-	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	97,67	157,67	50	34,23	49,97	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	92,60	230,27	120	34,91	50,55	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	-	-	-	-	-	607134,314	9757128,85

Una vez obtenido todos los datos y hacer semanales, se realizó una recopilación de forma mensual por el mes medido y obtener una realidad sobre los datos de manera mensual.

Tabla 52 Recopilación mensual de mediciones buses

Ubicación	2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	CO (PPM)	AT(°C)	RH (%)	Puntos geográficos	
						X	Y
Interior bus joya	7,62	16,00	0	32,79	47,27	607235,607	9757143,51
Interior bus norte	9,55	19,28	0	31,16	54,19	607230,199	9757058,58
Interior bus sur	18,35	47,07	0	33,01	56,30	607182,997	9757009,05
Tubo de escape bus joya	55,35	91,11	50	34,08	50,23	607181,304	9757118,48
Tubo de escape bus norte	37,45	85,70	120	32,71	52,16	607138,759	9757030
Tubo de escape bus sur	82,10	144,54	200	35,04	55,29	607134,314	9757128,85

Tabla 53 Comparativa con normativa

Ubicación	2.5um (µg/m³)	Normativa Ecuatoriana 2.5um (µg/m³)	OMS 2.5um (µg/m³)	10um (µg/m³)	Normativa Ecuatoriana 10um (µg/m³)	OMS 10um (µg/m³)	CO (µg/m³)	Normativa Ecuatoriana CO (µg/m³)
Interior bus joya	7,62	50	25	16,00	100	50	0	10000
Interior bus norte	9,55	50	25	19,28	100	50	0	10000
Interior bus sur	18,35	50	25	47,07	100	50	0	10000
Tubo de escape bus joya	55,35	50	25	91,11	100	50	57163.26	10000
Tubo de escape bus norte	37,45	50	25	85,70	100	50	137191.8367	10000
Tubo de escape bus sur	82,10	50	25	144,54	100	50	228653.0612	10000

4.2 Presentación de datos

A continuación, se muestra de forma gráfica estadística sobre la comparación de PM 2.5 en las 4 semanas de mediciones, realizando una recopilación y comparando, en los diferentes puntos de medición, donde el color azul representa a la primera semana de mediciones, el color naranja la segunda semana, el color plomo la tercera semana y el amarillo la cuarta semana de las mediciones realizadas.

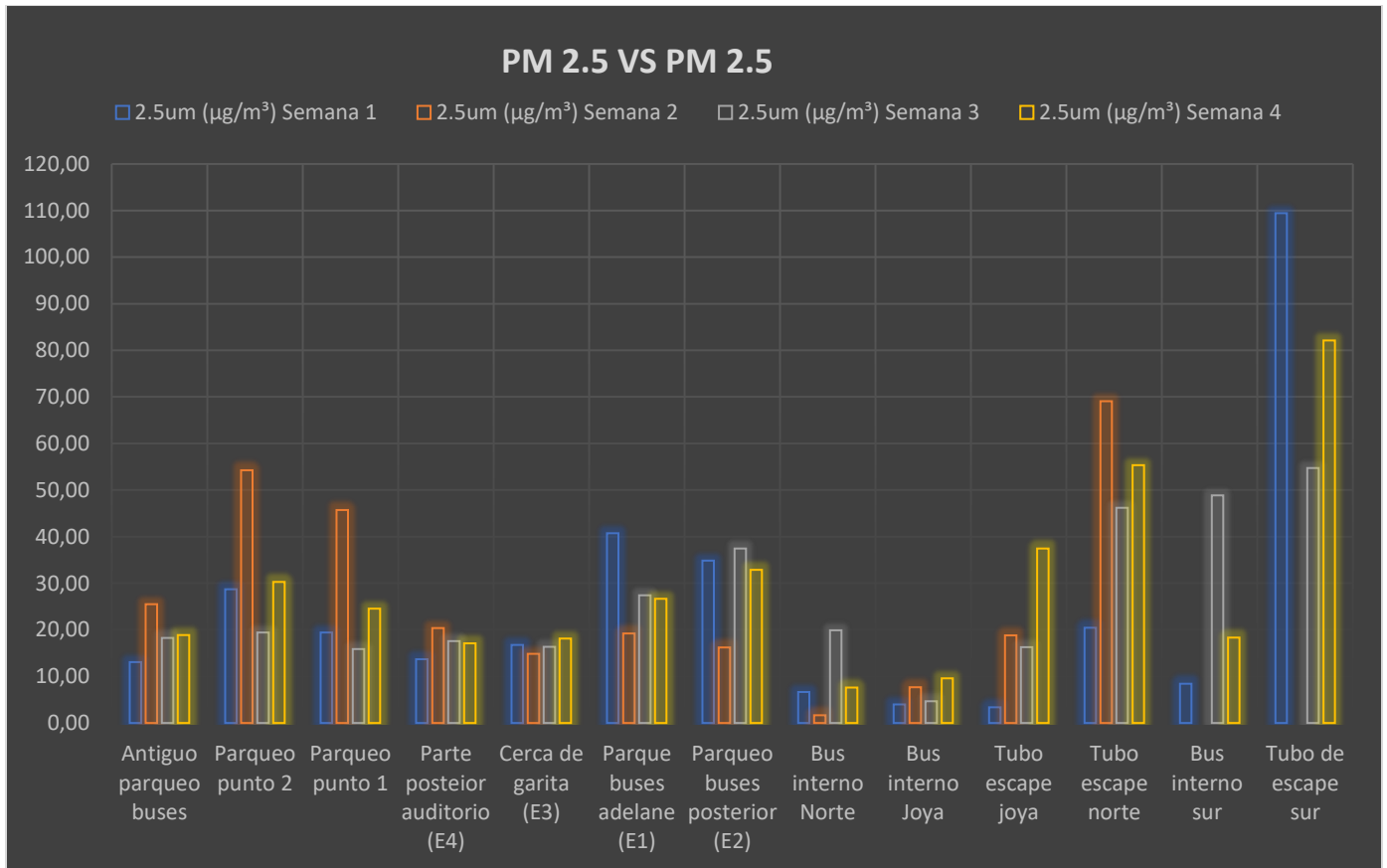


Ilustración 25 Tabla comparativa de mediciones semanales

En la primera semana se puede visualizar el punto parqueo buses adelante y posterior, salen datos elevados en comparación a las otras semanas, esto es debido a la nueva disposición y estacionamiento de los mismos donde ellos se situaron a las afueras de la Universidad y al frente de la Comuna nueva vida II, donde el suelo era de tierra y por la cual al momento de los buses a

realizar el expreso de retorno a casa, se presentaba una alta contaminación debido al polvo generado.

Donde se puede observar en la semana 2 los puntos antiguo parqueo de buses, parqueo punto 2, parqueo punto 1, parte posterior de auditorio, se observa el pico más elevado en esas zonas esto es debido que dentro de esa semana comenzó el proceso de construcción de la carretera en primera instancia, comenzado por deconstruir la vía y volver a rellenar y asfaltar, por la cual el proceso tuvo el tiempo de 1 mes para finalizar la obra, por las cual en la semana dos en estos puntos son elevados en comparación a las otras semanas.

A continuación, se muestra de forma gráfica estadística sobre la comparación de PM 10 en las 4 semanas de mediciones, realizando una recopilación y comparando, en los diferentes puntos de medición, donde el color azul representa a la primera semana de mediciones, el color naranja la segunda semana, el color plomo la tercera semana y el amarillo la cuarta semana de las mediciones realizadas.

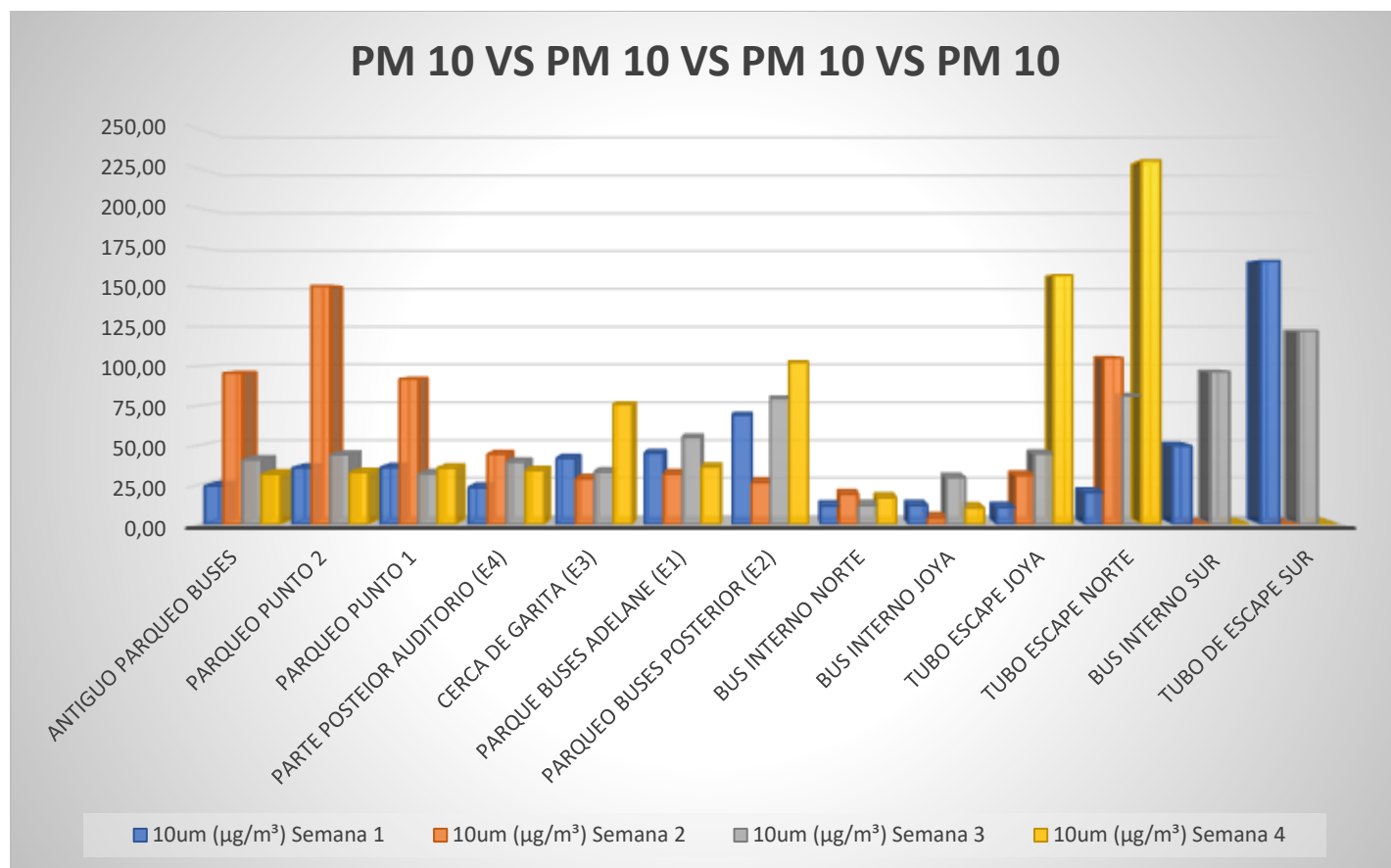


Ilustración 26 Tabla comparativa PM 10









En la primera semana, se puede denotar un aumento significativo en el registro de datos acerca del estacionamiento de los buses en los puntos parqueo buses adelante y posterior. El incremento está relacionado al reciente reorganización y cambio de ubicación de parqueo de buses, por la cual ahora están situados a las afueras de la Universidad, al frente de la Comuna Nueva Vida II. Sin embargo, el cambio trajo consigo consecuencias negativas, ya que el suelo es de tierra, cuando los expresos comenzaban el recorrido existe una alta elevación de polvo y por la cual de material particulado, donde esto resultaba en una contaminación grave para los estudiantes y personas que habitan ahí.





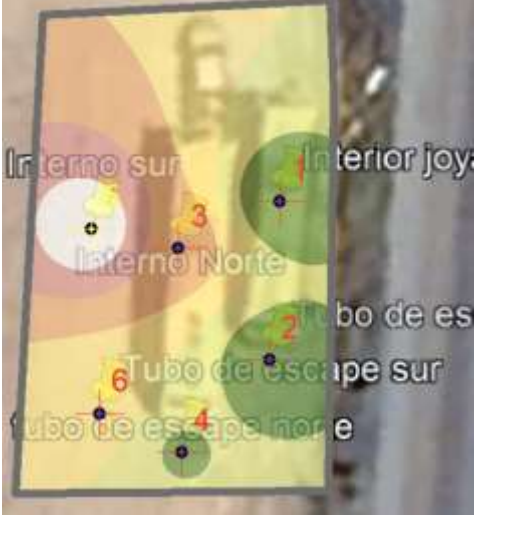

En los tubos de escape en la semana 4 se presentó datos elevados debido a las revoluciones generadas y el levantamiento de polvo de los otros buses cercanos, ya que en esta semana los expresos partían con antelación a realizar las respectivas rutas.

4.2.1 Mapas

Tabla 54 Mapas realizados por semana y mensual

	PM 2.5	PM 10
Semana 1		
Semana 1 buses		
Semana 2		

<p>Semana 2</p> <p>buses</p>		
<p>Semana 3</p>		
<p>Semana 3</p> <p>buses</p>		
<p>Semana 4</p>		

<p>Semana 4 buses</p>		
<p>Mensual</p>		
<p>Mensuales buses</p>		

4.3 Discusión

En la actualidad, el material particulado figura como uno de los contaminantes primordiales que inciden significativamente en la salud general de la población. Esto se traduce en un menoscabo en el bienestar de las personas que residen en proximidad, especialmente en áreas urbanas donde el tráfico vehicular emerge como un factor preponderante en la génesis de estas problemáticas. La superación de los límites estipulados por diversas autoridades reguladoras conlleva un riesgo tangible para la salud humana y su actividad.

Los hallazgos indican que la exposición a diversos niveles de PM_{2.5} y PM₁₀ en tres áreas de estudio se correlaciona con la manifestación de síntomas respiratorios en los niños de esta institución. Es relevante subrayar que, dado que el análisis se efectuó en una zona educativa focalizada en PM₁₀ y PM_{2.5}, la comparativa entre este caso y el proyecto actual en desarrollo es análoga. Esto se debe a que los resultados obtenidos del monitoreo del material particulado tienen una relación directa con la intensidad del tráfico vehicular. (Rojas, 2019)

En una investigación efectuada por la Revista Ingenierías Universidad de Medellín, se identifica una notoria presencia de partículas finas en las distintas áreas donde se realizó el muestreo, representando en promedio un 67% del total de partículas respirables. Esta situación plantea preocupaciones, ya que estas partículas acarrearán un mayor nivel de riesgo para la salud, especialmente en grupos de la población más susceptibles, como los niños y los ancianos. (Abbey, 2017)

Este análisis posibilita la comparación con los resultados obtenidos en la investigación actual, brindando una evidente indicación de que las condiciones en Ecuador el cual presenta similitudes sustanciales

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

La ejecución del plan de monitoreo nos permitió una distribución adecuada del tiempo de funcionamiento de los equipos, así como la asignación eficiente de los recursos logísticos necesarios para llevar a cabo dicho proceso. La identificación de las áreas más susceptibles a la contaminación nos permitió asegurar la correcta ubicación de los puntos de monitoreo.

La conclusión a la que se arriba es que las áreas con una concentración más elevada de contaminantes son aquellas que están directamente expuestas al tráfico vehicular, y este efecto se intensifica aún más cuando el flujo vehicular incluye vehículos de gran tamaño, comúnmente referidos como vehículos pesados. Este fenómeno se debe a que los vehículos en movimiento liberan una variedad de emisiones contaminantes, como partículas finas y gases nocivos, que tienden a acumularse en zonas donde la circulación de aire es limitada y la actividad vehicular es intensa. Estas concentraciones elevadas de contaminantes representan un riesgo significativo para la calidad del aire y la salud pública en las áreas urbanas y son motivo de preocupación en la gestión del impacto ambiental y la salud de la población.

Se puede concluir que dentro de los puntos establecidos el que demostró tener bajos niveles de material particulado PM 2.5 y PM 10, son del antiguo parqueo de los expresos al no existir presencia de algún vehículo y el suelo esté asfaltado lo cual hace que los niveles de material particulado no se eleven. A su vez los puntos con mayor presencia de material particulado se encuentran al frente de la comuna nueva vida II, donde se elevaron debido que no había suelo asfaltado solo tierra, lo cual provoca que al momento de que los expresos realicen sus respectivas rutas generen cortinas de polvo lo cual es un gran problema para los habitantes y para los estudiantes se dirigen a tomar las diferentes rutas.

5.2 Recomendaciones

Desarrollar y aplicar estrategias políticas efectivas destinadas a regular y mitigar las fuentes primarias de emisión de contaminantes como PM2.5, PM10 ya que estos contaminantes, en su mayoría originados por la combustión incompleta y la utilización de combustibles diésel de baja calidad en el transporte público, demandan una atención prioritaria. Promover la adopción de tecnologías más limpias y eficientes en los vehículos diésel, además de establecer estándares de emisiones más estrictos y asegurar la implementación efectiva de programas de inspección y mantenimiento vehicular. Fomentar incentivos para la transición hacia formas de transporte más sostenibles y amigables con el medio ambiente, como la electrificación de flotas y la promoción del transporte público limpio.

Instruir a los transportistas de realizar el correcto mantenimiento de los vehículos a razón que dentro de estos puntos hubo una mayor generación de cantidad material particulado al momento de realizar el monitoreo.

A la entidad responsable de la Comuna Nueva Vida II tomar las respectivas medidas acerca del tema del suelo no asfaltado.

Referencias bibliográficas

- ACUERDO MINISTERIAL 097-A ANEXOS TULSMA R.O. 387 4 NOVIEMBRE 2015. (n.d.).
- Caterine, J., Herrera, C., Fernando, D., & Ortiz, V. (n.d.). *LIBRE-SEDE CANDELARIA*.
- Clofent, D., Culebras, M., Loor, K., & Cruz, M. J. (2021). Environmental Pollution and Lung Cancer: The Carcinogenic Power of the Air We Breathe. In *Archivos de Bronconeumologia* (Vol. 57, Issue 5, pp. 317–318). Elsevier Doyma. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.05.031>
- Domicilios En Los Barrios De La Joya, P. Y., & Joya, L. (n.d.). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO PM2,5 A NIVEL DE CALLES*.
- Guerrero, G., Rolando, D., Hidalgo, V., & Javier, E. (n.d.). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO*.
- Miranda, C. (n.d.). *LA ATMÓSFERA COMO BIEN COMÚN GLOBAL: HERRAMIENTAS ANALÍTICAS PARA LA JUSTICIA CLIMÁTICA EN AMÉRICA LATINA*. <https://about.jstor.org/terms>
- Moscoso, D., Astudillo, A., & Pérez, M. (2018). FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. *Revista Centro Azucar*, 45.
- Ortega-García, J. A., Martínez-Hernández, I., Boldo, E., Cárcelos-Álvarez, A., Solano-Navarro, C., Ramis, R., Aguilar-Ros, E., Sánchez-Solis, M., & López-Hernández, F. (2020). Urban air pollution and hospital admissions for asthma and acute respiratory disease in Murcia city (Spain). *Anales de Pediatría*, 93(2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.01.012>
- Quiroga, L. M. S., & Pacheco, L. P. P. (2018). Removal of hydrogen sulfide by microorganisms on activated sludges in the wastewater of food industry. *Granja*, 27(1), 112–123. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.09>
- Rodríguez-Fernández, P., Prat-Aymerich, C., & Domínguez, J. (2019). Interacción entre contaminación ambiental e infecciones respiratorias. In *Archivos de bronconeumologia* (Vol. 55, Issue 7, pp. 351–352). NLM (Medline). <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2018.10.018>
- Soldevila Bacardit, N., Vinyoles Bargalló, E., Agudo Ugena, J., & Camps Vila, L. (2018). Air pollution, cardiovascular risk and hypertension. In *Hipertension y Riesgo Vascular* (Vol. 35, Issue 4, pp. 177–184). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2018.03.001>
- Abbey, D. e. (2017). Chronic respiratory symptoms associated with long-term ambient concentrations of fine particulates less.
- Amazon. (s.f.). Obtenido de Amazon: <https://manuals.plus/es/deflong/multifunctional-gas-detector-manual/amp>
- Cabrera, M., Montenegro, L., & Guanulema, J. (2021). *Análisis de la Correlación entre las Emisiones Gaseosas y el Desempeño Energético de Fuentes Fijas de Combustión en*

- Ecuador*. Quito: Revista Politécnica. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v48n1/2477-8990-rpolit-48-01-43.pdf>
- Costantini, A. O., Pérez, M. G., Busto, M., González, F., & Cosentino, V. R. (2018). *Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera*. Repositorio Institucional CONICET Digital. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/160465>
- EPA. (14 de JULIO de 2022). *EPA*. Obtenido de EPA: <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
- Parker, A. (2021). *Contaminación del aire por industrias*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VdMfEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=contaminacion+en+el+aire&ots=ftvhY0HgoV&sig=5j-syzOsHXZQchVsX0PhWfQd8v8#v=onepage&q&f=false>
- Rojas. (2019). *Ambient Air Quality Standards*.
- Zegarra, R. R., Astudillo, A., & Moscoso, D. (2018). *Análisis de Partículas Sedimentables y Niveles de Presión Sonora en el área urbana y periférica de Cuenca*. Cuenca: Revista de la facultad de ciencias químicas. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1792/1508>

Anexos

Anexo 1. Mediciones realizadas





Anexo 2. Entrevistas realizada a los choferes de los expresos



