

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL (TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL COHORTE

2021

**TEMA: CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE
CONTAMINACIÓN DE AIRE EN LA AV. CONFRATERNIDAD, CANTÓN
PELILEO.**

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental, Mención en Planificación Ambiental.

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada.

Autora: Ingeniera. Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla

Director: Ingeniero. Jorge Olmedo Chóez Pin Magíster.

Ambato –Ecuador

2022

A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ingeniero Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD, e integrado por los señores: Ingeniero Darío Roberto Bolaños Guerrón PhD, Ingeniero Luis Miguel Rivera González PhD, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE AIRE EN LA AV. CONFRATERNIDAD, CANTÓN PELILEO” elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla, para optar por el Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Darío Roberto Bolaños Guerrón. PhD.
Miembro del Tribunal

Ing. Luis Miguel Rivera González. PhD.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE AIRE EN LA AV. CONFRATERNIDAD, CANTÓN PELILEO, le corresponde exclusivamente a la: Ingeniera Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla, Autora bajo la Dirección del Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magister, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniera Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla
c.c.:1803045648
AUTORA

Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magíster
c.c.: 0915325765
DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ingeniera Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla
c.c.: 1803045648

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Portada..... | i |
| A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados..... | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN..... | iii |
| DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| INDICE GENERAL DE CONTENIDOS | v |
| INDICE DE TABLAS..... | viii |
| INDICE DE FIGURAS..... | ix |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Justificación del Proyecto | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivo Específico | 3 |
| CAPÍTULO II | 4 |
| ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 4 |
| 2.1. Contaminación ambiental..... | 4 |
| 2.2. Contaminación del aire | 4 |
| 2.3. Material particulado..... | 5 |
| 2.4. Clases de material particulado..... | 5 |
| 2.4.1. Material Particulado 10 micras (μm)..... | 5 |
| 2.4.2. Material Particulado 2.5 micras (μm)..... | 5 |
| 2.4.3. Material particulado sedimentable..... | 6 |
| 2.5. Efectos del material particulado sobre la salud..... | 6 |
| 2.6. Métodos del monitoreo atmosférico..... | 6 |
| 2.6.1. Muestreadores tipo pasivo..... | 6 |
| 2.6.2. Sistemas de sensores de bajo costo..... | 7 |
| 2.6.3. Muestreo activo (semiautomático)..... | 7 |
| 2.6.4. Supervisión automática de puntos..... | 7 |
| 2.6.5. Analizadores remotos ópticos de largo recorrido..... | 8 |
| 2.7. Calidad de Aire en el Ecuador..... | 8 |
| 2.8. Normativa vigente de calidad del aire..... | 9 |

| | | |
|-----------------------------|---|----|
| 2.8.1. | Normativa nacional de calidad del aire para material particulado..... | 9 |
| 2.8.2. | Normativa de la Organización Mundial de la Salud para material particulado sedimentable Normativa..... | 9 |
| CAPÍTULO III..... | | 10 |
| MARCO METODOLÓGICO | | 10 |
| 3.1. | Ubicación del área de estudio | 10 |
| 3.1.1. | Descripción de cada punto de monitoreo..... | 10 |
| 3.2. | Equipos y materiales..... | 16 |
| 3.2.1. | Equipos de Campo | 16 |
| 3.3. | Tipo de investigación..... | 17 |
| 3.4. | Población y muestra..... | 17 |
| 3.5. | Recolección de información. | 18 |
| 3.5.1. | Metodología de monitoreo de material particulado sedimentable | 18 |
| 3.5.2. | Determinación de la tasa de sedimentación del MPS | 18 |
| 3.5.3. | Cálculo gravimétrico del MPS | 19 |
| 3.5.4. | Análisis de la composición química y morfológica de MPS..... | 19 |
| 3.5.5. | Diseño experimental y estadístico para validación..... | 20 |
| 3.6. | Descripción y operación de variables | 20 |
| 3.6.1. | Variables dependientes | 20 |
| 3.6.2. | Variables independientes | 20 |
| CAPÍTULO IV..... | | 21 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 21 |
| 4.1. | Resultados del análisis de material particulado sedimentable con el método gravimétrico. | 21 |
| 4.1.1. | Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto al material particulado sedimentable. | 21 |
| 4.2. | Análisis Molecular..... | 24 |
| 4.2.1. | Análisis Químico | 24 |
| 4.2.2. | Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto a la composición química del material particulado sedimentable | 24 |
| 4.2.3. | Efectos a la de salud con respecto a la composición química del material particulado sedimentable..... | 30 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 4.3. | Análisis físico del material particulado sedimentable..... | 31 |
| 4.3.1. | Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto a la composición física del material particulado sedimentable..... | 40 |
| 4.4. | Simulación de la dispersión del MPS | 40 |
| 4.4.1. | Análisis de la dispersión del MPS en la Av. Confraternidad | 42 |
| 4.5. | Encuesta para determinar la incidencia del MPS sobre las personas del sector..... | 40 |
| CAPÍTULO V | | 52 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 52 |
| 5.1. | Conclusiones..... | 52 |
| 5.2. | Recomendaciones | 52 |
| 5.3. | BIBLIOGRAFÍA | 55 |
| 5.4. | ANEXOS | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Parámetros por la legislación ecuatoriana..... | 9 |
| Tabla 2. Parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud..... | 9 |
| Tabla 3. Localización de los sitios de monitoreo..... | 10 |
| Tabla 4. Resultados de las concentraciones del MPS..... | 21 |
| Tabla 5. Comparación de valores de los LMP establecidos por la OMS y el TULSMA..... | 21 |
| Tabla 6. Elementos Químicos..... | 28 |
| Tabla 7. Género..... | 42 |
| Tabla 8. Situación Actual..... | 43 |
| Tabla 9. Conocimiento MPS..... | 43 |
| Tabla 10. Efectos del MPS..... | 44 |
| Tabla 11. Afectación Salud del MPS..... | 45 |
| Tabla 12. Problema de Salud..... | 45 |
| Tabla 13. Percepción polvo sector..... | 46 |
| Tabla 14. Generación del MPS..... | 47 |
| Tabla 15. Riesgo contaminación del aire..... | 48 |
| Tabla 16. Preocupación calidad del aire | 49 |
| Tabla 17. Plan mejora calidad del aire..... | 49 |
| Tabla 18. Queja..... | 50 |
| Tabla 19. Medidas para reducir..... | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de la ubicación de estaciones de monitoreo..... | 11 |
| Figura 2. Punto 1: Redondel de Benítez. | 11 |
| Figura 3. Punto 2: Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo..... | 12 |
| Figura 4. Punto 3: Salasaka Centro..... | 12 |
| Figura 5. Punto 4: Redondel Vía Pelileo. | 13 |
| Figura 6. Punto 5: Lavandería y Tintorería Andersson Jeans. | 13 |
| Figura 7. Punto 6: Lavandería y Tintorería Lavaclassic. | 14 |
| Figura 8. Punto 7: Lavandería y Tintorería Jhosep Color. | 14 |
| Figura 9. Punto 8: Banco del Pichincha..... | 15 |
| Figura 10. Punto 9: Vía a Baños, Vía a Patate. | 15 |
| Figura 11. Muestreo del material particulado sedimentable..... | 18 |
| Figura 12. Monitoreo del material particulado sedimentable..... | 18 |
| Figura 13. Microscopio electrónico de barrido..... | 19 |
| Figura 14. Comparación de valores de los LMP establecidos por la OMS y el TULSMA..... | 22 |
| Figura 15. Caracterización química Av. Confraternidad – Redondel de Benítez..... | 24 |
| Figura 16. Caracterización química Av. Confraternidad – Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo..... | 24 |
| Figura 17. Caracterización química Av. Confraternidad – Salasaka Centro..... | 25 |
| Figura 18. Caracterización química Av. Confraternidad - Redondel vía a Pelileo..... | 25 |
| Figura 19. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Andersson Jeans..... | 26 |
| Figura 20. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Lavaclassic..... | 26 |
| Figura 21. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Joseph Color..... | 27 |
| Figura 22. Caracterización química Av. Confraternidad – Banco del Pichincha..... | 27 |
| Figura 23. Caracterización química Av. Confraternidad – Vía a Baños, Vía a Patate..... | 28 |
| Figura 24. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 31 |
| Figura 25. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, | |

| | |
|---|----|
| observados, a 200X..... | 32 |
| Figura 26. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 33 |
| Figura 27. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 34 |
| Figura 28. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 35 |
| Figura 29. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 36 |
| Figura 30. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 37 |
| Figura 31. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 38 |
| Figura 32. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X..... | 39 |
| Figura 33. Simulación de la dispersión del MPS..... | 41 |
| Figura 34. Género..... | 42 |
| Figura 35. Situación Actual..... | 43 |
| Figura 36. Conocimiento MPS..... | 44 |
| Figura 37. Efectos del MPS..... | 44 |
| Figura 38. Afectación Salud del MPS..... | 45 |
| Figura 39. Problema de Salud..... | 46 |
| Figura 40. Percepción polvo sector..... | 46 |
| Figura 41. Generación del MPS..... | 47 |
| Figura 42. Riesgo contaminación del aire..... | 48 |
| Figura 43. Preocupación calidad del aire..... | 49 |
| Figura 44. Plan mejora calidad del aire..... | 50 |
| Figura 45. Queja..... | 50 |
| Figura 46. Medidas para reducir..... | 51 |

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer al Señor del Terremoto y mi Virgen de Guadalupe por darme fuerzas cada día para levantarme y seguir siempre adelante.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y ser parte de esta noble institución.

Agradezco también al Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin, Mg., que, con su tiempo y conocimiento, me ayudaron a terminar con satisfacción mi trabajo de titulación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis sobrinos Sophia y Mateo, quienes les considero como mis hermanos, ya que han sido el brillo y apoyo en cada día de mi vida, con ellos conozco el significado de la felicidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL
(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL
COHORTE 2021

TEMA:

CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE AIRE EN LA AV. CONFRATERNIDAD, CANTÓN PELILEO

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada.

AUTORA: *Ingeniera Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla*

DIRECTOR: *Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magíster*

FECHA: *cinco de mayo de dos mil veinte y dos*

RESUMEN EJECUTIVO

El aumento de la contaminación del aire es uno de los mayores problemas ambientales existentes causado por actividades naturales y antrópicas. La investigación planteó determinar la concentración de material particulado sedimentable en nueve puntos a lo largo de la Av. La Confraternidad del cantón Pelileo, mediante la aplicación del monitoreo pasivo durante un mes tal como lo establece la normativa ambiental ecuatoriana vigente y la Organización Mundial de la Salud, así como el uso del microscopio electrónico de barrido. Este monitoreo se llevó a cabo en el mes de diciembre del 2021.

Como conclusión final, se obtuvo que la mayor concentración de material particulado sedimentable que no cumplió con el límite máximo establecido por la Organización Mundial de la Salud que es de 0,5 mg/cm²/mes, fue en el punto uno del Redondel de Benítez, cuyo valor encontrado fue 0,59 mg/cm²/mes, punto cinco de la Lavandería y Tintorería Andersson Jeans con 0,51 mg/cm²/mes y punto seis de la Lavandería y Tintorería Lavaclassic con 0,52 mg/cm²/mes. Sin embargo, al comparar los resultados con el límite máximo permitido por la normativa ambiental ecuatoriana vigente, los nueve puntos monitoreados si cumplen con lo establecido en este cuerpo legal.

Para la composición química de las muestras del polvo atmosférico sedimentable, se obtuvo un total de 18 elementos químicos con grandes porcentajes de O= 55,07 %, C=

14,06 %, Si= 16,37 %, Rb= 9,61 % y N= 9,15 %, mientras que para el análisis físico se obtuvo morfologías esferas, elipses, redondeadas, cubos, formas irregulares o geometría fractal, placas angulares y porosas de tamaños mayor a 10 μm .

A su vez se realizó la dispersión del material particulado sedimentable, mediante mapas de dirección del viento, a través de datos de las estaciones meteorológicas de Huambaló y Guadalupe del cantón Pelileo, obteniendo como información preliminar que la mayor concentración fue en el punto uno del Redondel de Benítez.

Finalmente, para conocer cómo se ha visto afectada la salud de las personas que se encuentran en la Av. Confraternidad, se realizó una encuesta a 169 personas. Se recalca que el 89% de la población conoce acerca del tema de material particulado sedimentable, así como los efectos que este genera sobre la salud de las personas. El 96% de las personas mencionan que se han visto afectadas por el MPS existente y el tipo de problema en la salud más elevado fue alergias con el 62% y que el motivo de estas reacciones perjudiciales, según el 48% de la población, es la actividad del sector industrial. A su vez tenemos que el 100% de la población desconoce si el cantón Pelileo cuenta con un plan para mejorar la calidad de aire ambiente, y el 94% de la población indica que las autoridades competentes deberían tomar medidas para reducir la contaminación del aire en el sector la Av. Confraternidad.

DESCRIPTORES: COMPOSICIÓN, ENCUESTAS, ESTACIONES, LEGISLACIÓN, LÍMITES, MICROSCOPIO, MONITOREO, MUESTRAS, POLVO, SALUD.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL
(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL
COHORTE 2021

THEME:

*CONCENTRATION OF SEDIMENTABLE PARTICULATE MATERIAL FOR THE
DETERMINATION OF THE DEGREE OF AIR POLLUTION IN AV.
FELLOWSHIP, CITY OF PELILEO*

DEGREE MODALITY: Degree Project with Applied Research Component.

AUTHOR: *Engineer Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla*

DIRECTOR: *Engineer Jorge Olmedo Chóez Pin Magíster*

DATE: May five, two thousand and twenty two

EXECUTIVE ABSTRACT

The increase in air pollution is one of the biggest environmental problems caused by natural and anthropogenic activities. The research proposed to determine the concentration of sedimentable particulate matter at nine points along La Confraternidad Avenue in the Pelileo canton, through the application of passive monitoring for one month as established by current Ecuadorian environmental regulations and the World Health Organization, as well as the use of scanning electron microscopy. This monitoring was carried out in December 2021.

The final conclusion was that the highest concentration of settleable particulate matter that did not comply with the maximum limit established by the World Health Organization, which is 0,5 mg/cm²/month, was at point one of the Benitez Roundel, where the value found was 0,59 mg/cm²/month, point five of the Andersson Jeans Laundry and Dry Cleaner's with 0,51 mg/cm²/month, and point six of the Lavaclassic Laundry and Dry Cleaner's with 0,52 mg/cm²/month. However, when comparing the results with the maximum limit allowed by current Ecuadorian environmental regulations, the nine points monitored do comply with the provisions of this legal body.

For the chemical composition of the sedimentable atmospheric dust samples, a total of 18 chemical elements were obtained with large percentages of O= 55,07 %, C= 14,06

%, Si= 16,37 %, Rb= 9,61 % and N= 9,15 %, while for the physical analysis spheres, ellipses, rounded, cubes, irregular shapes or fractal geometry, angular and porous plates of sizes greater than 10 µm were obtained.

At the same time, the dispersion of sedimentable particulate matter was determined by means of wind direction maps, using data from the meteorological stations of Huambaló and Guadalupe in the Pelileo canton, obtaining preliminary information that the highest concentration was at point one of the Benítez traffic circle.

Finally, in order to know how the health of the people on Confraternidad Avenue has been affected, a survey of 169 people was conducted. It is emphasized that 89% of the population knows about the issue of sedimentable particulate matter, as well as the effects that this generates on people's health. The 96% of the people mentioned that they have been affected by the existing SPM and the highest type of health problem was allergies with 62% and that the reason for these harmful reactions, according to 48% of the population, is the activity of the industrial sector. In turn, 100% of the population does not know if the canton of Pelileo has a plan to improve ambient air quality, and 94% of the population indicates that the competent authorities should take measures to reduce air pollution in the Confraternity Avenue sector.

KEY WORDS: COMPOSITION, SURVEYS, SURVEYS, STATIONS, LEGISLATION, LIMITS, MICROSCOPE, MONITORING, SAMPLES, DUST, HEALTH, HEALTH.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (2021), la contaminación atmosférica es una problemática a escala mundial, un cambio perjudicial para las características químicas, biológicas y físicas del aire, considerado como una amenaza para el ambiente y el ser humano, ocasionando efectos adversos como la disminución de las condiciones de vida del hombre y deterioro de los recursos naturales existentes, las cuales deben estar siempre en constante monitoreo para evitar consecuencias.

Sin embargo como lo menciona Organización Panamericana de la Salud (2021), existen diferencias entre grupos poblacionales y localidades, como por ejemplo personas quienes habitan cerca de carreteras, zonas industriales, están expuestas a niveles más altos de contaminación ambiental exterior. En algunos casos, las diferencias de estos niveles de exposición entre los grupos poblacionales pueden estar vinculados con diferencias en el desarrollo, implementación y cumplimiento de normativas ambientales vigentes.

Dentro de los contaminantes atmosféricos tenemos diferentes tipos, como es el caso de partículas en suspensión y sedimentables, siendo esta última una partícula de un tamaño mayor a 10 micrones, las cuales están consideradas como de tipo gruesas de tierra y polvo tóxico, constituido por diversos aspectos morfológicos y composiciones químicas, diseminadas en la atmósfera, pero perjudiciales para el ambiente y el ser humano causando infecciones respiratorias, enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, etc. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2021).

En este contexto, el contenido de la investigación se encuentra establecido de la siguiente manera: el primer capítulo hace referencia al planteamiento del problema, y delimitación de los objetivos de investigación. El segundo capítulo se contextualiza a los antecedentes investigativos, el cual consta de la fundamentación investigativa, fundamentación legal, así como la determinación de variables. A continuación, se

evidencia materiales y métodos como tercer capítulo, donde se describe el enfoque del tipo de investigación, métodos de investigación, muestreo y sus tipos, tratamiento de datos, recursos humanos y materiales.

1.2 Justificación del proyecto

La contaminación atmosférica no solo es un problema mundial sino local, la cual es producida tanto por el crecimiento poblacional, como por las diferentes actividades económicas que se desarrollan dentro de un territorio, la solución no vendría ser la paralización de los procesos de producción, pero sí llegar a realizar un estudio de calidad de aire, para ayudar al control de los niveles de concentración de la contaminación y así, posteriormente proponer y aplicar una ordenanza municipal, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía.

La Av. Confraternidad perteneciente al cantón Pelileo, con los años se ha convertido en un sector de gran importancia, debido al gran desarrollo industrial y comercial, por lo que se vuelve necesario implementar un monitoreo de control de la calidad de aire. El GADM de San Pedro de Pelileo al no contar con estudios previos sobre la calidad de aire y sabiendo que existe un problema ambiental, ya que diferentes industrias se encuentran realizando sus actividades a lo largo de la Av. Confraternidad, ha visto necesario realizar este estudio con el objetivo de determinar las concentraciones de material particulado sedimentable, mediante un análisis de su tasa de sedimentación, así como, caracterizando a las partículas de forma física y química mediante el uso del microscopio electrónico de barrido y espectroscopia de energía de fotones dispersadas, la información se recopila mediante la ubicación de estaciones de monitoreo instauradas en diferentes puntos estratégicos de la Av. Confraternidad del cantón Pelileo, siendo beneficiarios directos la población del sector y GADM de San Pedro de Pelileo que servirá de sustento para implementar posibles soluciones y continuar con la adecuada gestión ambiental, como también este estudio permitirá tener una idea de cuál es el grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad como punto de partida para próximas investigaciones a desarrollarse.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Analizar la concentración del material particulado sedimentable para determinar el grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad del cantón Pelileo.

1.3.2 Objetivo específico

- Cuantificar la concentración del material particulado sedimentable en la Av. Confraternidad, del cantón Pelileo.
- Caracterizar la composición química y morfométrica del material particulado sedimentable con espectroscopia de fotones rayos x dispersados (EDX) y microscopio electrónico de barrido.
- Elaborar un mapa de concentración y dispersión del material particulado sedimentable mediante el uso del software SIG.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Después de haber realizado la revisión bibliográfica en diferentes investigaciones acerca del monitoreo del material particulado sedimentable puedo destacar en el trabajo de Santillán et al. (2021) la cual menciona que la determinación del MPS es una necesidad importante, ya que la exposición de los mismos puede producir riesgos, que debe ser tomado en cuenta dentro de ordenanzas locales y sobre todo realizar difusiones de la información obtenida a medios de comunicación, por que serviría para la concientización poblacional. Así mismo la caracterización morfológica de las partículas, que mayormente abundan en el ambiente son de tipo esférica, redondeada, irregular, las cuales indican combustión incompleta u otro proceso realizado a altas temperaturas.

2.1. Contaminación ambiental

La contaminación ambiental no es un fenómeno nuevo, pero sigue siendo el mayor problema mundial que enfrenta la humanidad y la principal causa ambiental de morbilidad y mortalidad. Las actividades del hombre a través de la urbanización, la industrialización, la minería y la exploración están a la vanguardia de la contaminación ambiental global. Tanto los países desarrollados como los países en desarrollo comparten esta carga, aunque la conciencia y las leyes más estrictas en los países desarrollados han contribuido en mayor medida a proteger su medio ambiente. A pesar de la atención mundial hacia la contaminación, el impacto aún se siente debido a sus graves consecuencias a largo plazo (Prince et al., 2020).

2.2. Contaminación del aire

La contaminación del aire es causada por partículas sólidas y líquidas y ciertos gases que están suspendidos en el aire, contaminado el ambiente interior o exterior por cualquier agente químico, físico o biológico que modifique las características naturales de la atmósfera. Los dispositivos domésticos de combustión, los vehículos motorizados, las instalaciones industriales y los incendios forestales son fuentes comunes de contaminación del aire (World Health Organization, 2021).

2.3. Material particulado

De acuerdo Green Facts (2022) menciona que el material particulado es la suma de todas las partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, que generalmente se forma en la atmósfera como resultado de reacciones químicas entre los diferentes contaminantes.

La penetración de partículas depende estrechamente de su tamaño. Y es definido como partículas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. La contaminación por material particulado incluye partículas con diámetros de 10 micras (μm) o menos, llamadas PM10, inhables, y partículas extremadamente finas con diámetros que generalmente son de 2,5 micras y menos, inhables. (Manisalidis et al., 2020)

2.4. Clases de material particulado

2.4.1. Material particulado 10 micras (μm)

Son conocidas como partículas gruesas, definidas como todas las partículas con un diámetro aerodinámico de 10 micras o menos. Algunos ejemplos comunes de PM10 tenemos esporas de moho, bacterias, polvo, humo, partículas virales en el aire. Las partículas gruesas, aunque no son tan peligrosas como el polvo fino o ultra fino, aún pueden representar una amenaza importante para la salud. Estas partículas pueden penetrar en nuestros pulmones e irritar las vías respiratorias, la nariz, la garganta y los ojos. El PM10 generalmente se crea directamente, con fuentes como trabajos de construcción, polvo de carreteras o tormentas de polvo natural, en lugar de fuentes atmosféricas secundarias (Smith, 2020).

2.4.2. Material particulado 2.5 micras (μm)

Son conocidas como partículas finas, posiblemente el tipo de material particulado más conocido, ya que son definidas como aquellas partículas con un diámetro aerodinámico de 2,5 micras o menos. Las partículas finas pueden provenir de fuentes naturales o artificiales, como por ejemplo del escape del vehículo, incendios forestales, emisiones de centrales eléctricas, otras actividades de combustión (Smith, 2020).

2.4.3. Material particulado sedimentable

El MPS (también conocido como polvo atmosférico sedimentable, contaminantes sólidos sedimentables o deposición ácida seca) son el grupo de partículas sólidas de diámetro igual o mayor a 10 μm hasta aproximadamente 100 μm , tamaño a partir del cual se considera que caen rápidamente; por ejemplo, las partículas mayores a 20 μm caen después de 2 a 4 horas. El MPS al tener un peso dentro de la influencia de la atracción gravitatoria, sedimenta y se deposita en las superficies (edificios y objetos en exteriores e interiores, áreas verdes, avenidas y calles con o sin asfalto) donde pueden volver a ser eyectados por flujos de aire urbanos, dándose el fenómeno de resuspensión. Éste fenómeno de suspensión y resuspensión, pueden ser incrementados por la baja altitud de la capa de inversión térmica, la cual es menor en verano, provocando una mayor turbulencia en la superficie (Carranza et al., 2021).

2.5. Efectos del material particulado sobre la salud

Como lo menciona Environmental Protection Agency (2021), la exposición al material particulado sedimentable trae consigo diferentes enfermedades, que pueden afectar tanto a los pulmones como al corazón, así como enfermedades cardíacas o pulmonares, arritmias, asma agravada, conjuntivitis, disminución de la función pulmonar, aumento de los síntomas respiratorios, como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar, alergias y demás.

2.6. Métodos del monitoreo atmosférico

2.6.1. Muestreadores tipo pasivo

Según Llywodraeth Cymru Welsh Government (2021) el muestreo de tipo pasivo representan un método simple y económico de monitorear la calidad del aire en un área, para dar una buena indicación general de las concentraciones promedio de contaminación. Son, por lo tanto, particularmente útiles para la evaluación frente a objetivos medios anuales.

Una muestra integrada durante el tiempo de exposición se recoge por difusión al muestreador. El bajo costo por tubo permite tomar muestras en varios puntos del área

de interés; esto es útil para resaltar puntos calientes de altas concentraciones, como a lo largo de las carreteras principales. Son menos útiles para identificar puntos calientes alrededor de fuentes puntuales o cerca de ubicaciones industriales donde se requiere una mayor resolución temporal para objetivos particulares.

2.6.2. Sistemas de sensores de bajo costo

Son una gama de sensores que sus ventajas de precio y tamaño los posiciona como los más usados en el mercado actual en diferentes áreas de la industria y más recientemente en el área de monitoreo de calidad del aire. Otras ventajas significativas son los costos de operación y mantenimiento involucrados, además de tener la facultad de presentar información en tiempo real generando datos en volumen suficiente y disponibles en todo momento. Por otra parte, al ser una tecnología que se encuentra aún en desarrollo en el área de calidad del aire, presenta como sus principales desventajas la falta de estandarización de principios y validación de información (García & Rico, 2019).

2.6.3. Muestreo activo (semiautomático)

Estos métodos recogen muestras de contaminantes ya sea por medios físicos o químicos para su posterior análisis en un laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector, como un filtro o una solución química, durante un período de tiempo conocido, para su posterior análisis de laboratorio. Estos incluyen muestreadores de denudación para gases y muestreadores de filtros gravimétricos para PM₁₀, PM_{2.5}, metales, HAP y análisis elemental. Para el muestreo de partículas se utilizan instrumentos secuenciales con cambiadores automáticos de muestras (Gibraltar Environmental Agency, 2022).

2.6.4. Supervisión automática de puntos

Estos son los sistemas de monitoreo de la calidad del aire más sofisticados. Los analizadores automáticos aspiran continuamente aire ambiental (exterior) y miden la concentración del contaminante en el aire muestreado. Las técnicas automáticas de monitoreo de la calidad del aire se utilizan actualmente en Irlanda del Norte para:

óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, material particulado (PM10 y PM2,5) y carbón negro. La técnica de medición real es diferente para cada contaminante. Estos métodos analizan la muestra en línea, produciendo mediciones con una alta resolución de tiempo (Agriculture, Environment and Rural Affairs, 2022).

2.6.5. Analizadores remotos ópticos de largo recorrido

Estos son instrumentos que utilizan una técnica espectroscópica de largo camino, para realizar mediciones en tiempo real de la concentración de una variedad de contaminantes integrados a lo largo de un camino entre una fuente de luz y un detector. Los instrumentos que utilizan el sistema de Espectroscopía de Absorción Óptica Diferencial, se pueden usar para monitorear datos de dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y benceno (Llywodraeth Cymru Welsh Government, 2021).

2.7. Calidad de aire en el Ecuador

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador cuenta con una Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, donde se establecen las concentraciones máximas permitidas para los contaminantes criterio (partículas sedimentables, material particulado menor a 10 micrones, material particulado menor a 2,5 micrones, Dióxido de azufre, Monóxido de carbono, Ozono, Dióxido de nitrógeno). Además, mencionan que el país cuenta con un inventario de emisiones desarrollado en diferentes ciudades como Latacunga, Ambato, Riobamba, Santo Domingo, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas, Rumiñahui, Quevedo, Loja, Azogues, Babahoyo y Quevedo, sirviendo como herramienta para identificar los sectores de mayor contribución y concentración por tipo de contaminante y sus posibles fuentes, para aplicar de ser el caso, acciones correctivas y preventivas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020).

Cuando se retome la reactivación económica, las estrategias deben conducir a políticas públicas severas en beneficio de un desarrollo sostenible y sustentable que favorezcan a los más afectados y pobres de la sociedad; será importante que las energías a ser impulsadas y promovidas para sean aquellas menos contaminantes (Hidalgo, 2020).

2.8. Normativa vigente de calidad del aire

2.8.1. Normativa nacional de calidad del aire para material particulado

Los Límites Máximos Permisibles de material particulado se encuentra estipulado dentro de la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión del LIBRO VI dentro del Anexo 4 del AM 097 A.

Los límites máximos permisibles de material particulado se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 1. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA LEGISLACIÓN ECUATORIANA.

| Contaminante | tiempo de exposición | Límite máximo permisible |
|---------------|----------------------|---------------------------|
| Partículas | 30 días | 1 mg/cm ² /mes |
| Sedimentables | | |

Fuente: Ministerio del Ambiente (2015)

2.8.2. Normativa de la Organización Mundial de la Salud para material particulado sedimentable

Los límites máximos permisibles presentes en la atmósfera se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 2. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.

| Contaminante | tiempo de exposición | Límite máximo permisible |
|---------------|----------------------|-----------------------------|
| Partículas | 30 días | 0,5 mg/cm ² /mes |
| Sedimentables | | |

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2021)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del área de estudio

El cantón Pelileo, pertenece a la provincia de Tungurahua, se ubica en la sierra ecuatoriana a 2700 m.s.n.m., ubicada a -1,3299 de latitud y a -78,54341 de longitud; el clima del cantón Pelileo es de tipo templado, la temperatura oscila entre -5 a 25 °C.

La Av. Confraternidad comienza desde la empresa GELCO S.A. y termina en el complejo La Moya, con una extensión 13 Km., aproximadamente.

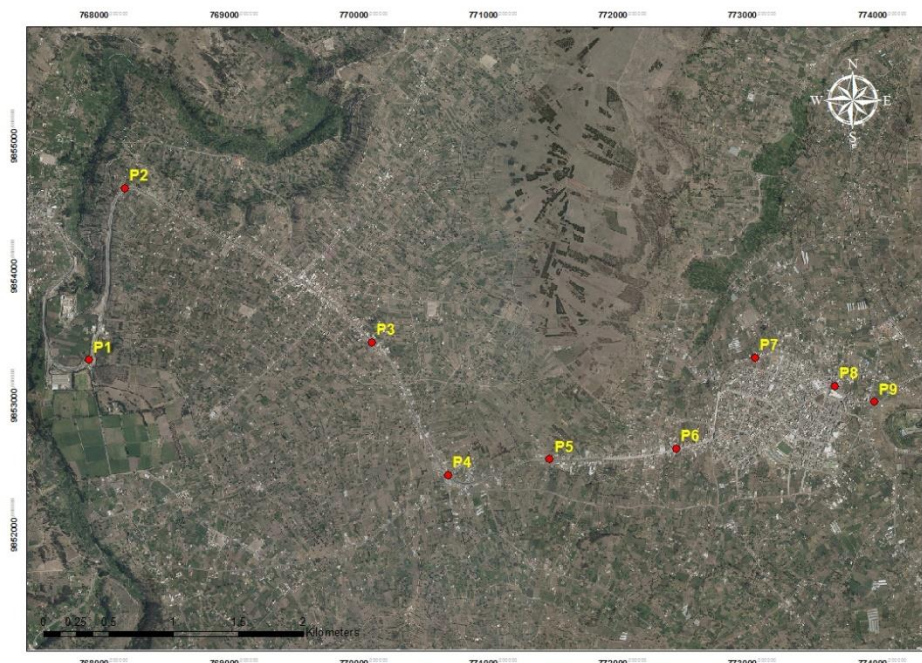


Figura 1. Mapa de la ubicación de estaciones de monitoreo
Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE MONITOREO

| PUNTOS | UBICACIÓN | COORDENADAS UTM WGS 84 (17 S) | |
|--------|--|----------------------------------|-----------|
| | | X | Y |
| P1 | Redondel de Benítez | 767885,3 | 9853274,3 |
| P2 | Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo | 768162,2 | 9854599,5 |

| PUNTOS | UBICACIÓN | COORDENADAS UTM WGS | |
|--------|--|---------------------|-----------|
| | | 84 (17 S) | |
| | | X | Y |
| P3 | Salsaka Centro | 770069,4 | 9853409,2 |
| P4 | Redondel vía Pelileo | 770658 | 9852385,2 |
| P5 | Lavandería y Tintorería Andersson Jeans | 771440,5 | 9852508,5 |
| P6 | Lavandería y Tintorería Lavaclassic | 772418,4 | 9852588,8 |
| P7 | Lavandería y Tintorería Jhosep Color | 773022,4 | 9853290,6 |
| P8 | Banco del Pichincha | 773639,6 | 9853071,6 |
| P9 | Vía Baños, Vía Patate | 773943,6 | 9852950,2 |

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. Descripción de cada punto de monitoreo.

➤ Punto 1: Redondel de Benítez



Figura 2. Punto 1: Redondel de Benítez
Fuente: Cevallos (2021)

Dentro de este punto se puede observar flujos de tráfico elevados ya que por este sector transita vehículos livianos y pesados con la vía a Pelileo y Cevallos, además en este lugar se encuentran las empresas más grandes del cantón Pelileo, tales como Bioalimantar S.A., GELCO S.A., Holviplast S.A., Arca Continental. Además, en la zona de estudio existen áreas despampadas, terrenos baldíos y secos, que muy probablemente inciden en la generación del material particulado sedimentable. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona industrial.

➤ **Punto 2: Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo**



Figura 3. Punto 2: Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo
Fuente: Cevallos (2021)

En este punto se observa alto flujo vehicular tanto de livianos como pesados ya que es la vía principal para el ingreso al Cantón Pelileo, dentro del sector se encuentra diferentes actividades económicas tales como avícolas, lavadoras y lubricadoras de autos.

Además, en el sitio de estudio existen áreas que se dedican a la agricultura y ganadería, ya que es una zona rural. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona agrícola.

➤ **Punto 3: Salasaka Centro**



Figura 4. Punto 3: Salasaka Centro
Fuente: Cevallos (2021)

En este punto existen alto flujo vehicular tanto de livianos como pesados, puesto que se encuentran actividades como mecánicas automotrices, bloqueras, lavadoras y lubricadoras de autos, aserraderos, carpinterías, estaciones de servicios. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona agrícola, puesto que en sus alrededores existen tierras agrícolas y ganaderas considerada como zona rural.

➤ **Punto 4: Redondel Vía Pelileo**



Figura 5. Punto 4: Redondel Vía Pelileo
Fuente: Cevallos (2021)

En el redondel de San Pedro se puede observar alto flujo vehicular tanto de livianos como pesados, en esta zona se encuentran actividades tales como bloqueras y lavanderías de jeans. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona residencial, se puede encontrar casas residenciales y también en sus alrededores existen tierras agrícolas considerada como zona urbana.

➤ **Punto 5: Lavandería y Tintorería Andersson Jeans**



Figura 6. Punto 5: Lavandería y Tintorería Andersson Jeans.
Fuente: Cevallos (2021)

Dentro del punto cinco se pudo observar que existen los locales comerciales de ventas de jeans, comerciales de venta de comida y lavanderías y tintorerías de jeans. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona comercial, además, en la zona de estudio existen casas residenciales, la carretera en esta parte de la vía se ve a veces afectada por desbordamiento del sistema de alcantarillado, ocasionando perforaciones en la avenida.

➤ **Punto 6: Lavandería y Tintorería Lavaclassic**



Figura 7. Punto 6: Lavandería y Tintorería Lavaclassic
Fuente: Cevallos (2021)

En el sector del punto seis se observó alta demanda de tráfico vehicular, y lavanderías y tintorerías de jeans. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona comercial.

➤ **Punto 7: Lavandería y Tintorería Jhosep Color**



Figura 8. Punto 7: Lavandería y Tintorería Jhosep Color
Fuente: Cevallos (2021)

En el sector se observa flujo vehicular y presencia de actividades económicas locales comerciales y lavandería y tintorerías de jeans. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona comercial, además, en la zona de estudio existen casas residenciales.

➤ **Punto 8: Banco del Pichincha**



Figura 9. Punto 8: Banco del Pichincha
Fuente: Cevallos (2021)

En el punto denominado banco del Pichincha se observó alto tráfico vehicular de vehículos livianos y pesados, actividades económicas como de lavadoras y lubricadoras de autos, bloqueras, comerciales de comida, mercado de república de Argentina y el parque principal del cantón. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona comercial y residencial.

➤ **Punto 9: Vía Baños, Vía Patate**



Figura 10. Punto 9: Vía Baños, Vía Patate
Fuente: Cevallos (2021)

En el punto final de la Av. Confraternidad se puede observar la presencia de elevado tráfico vehicular tanto de vehículos livianos como pesados, y actividades económicas como lavadoras y lubricadoras de autos y bloqueras. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del GADM de San Pedro de Pelileo, el sitio está categorizado como zona comercial y urbana.

3.2. Equipos y materiales

Se utilizó los equipos y materiales de laboratorio de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, en su laboratorio de Servicios Ambientales, que presta sus servicios los funcionarios de la institución, estudiantes y público en general, en el área ambiental. El laboratorio de Servicios Ambientales se encuentra acreditado bajo la Norma ISO/IEC 17025:2006 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano, lo cual garantiza los resultados de los ensayos.

3.2.1. Equipos de campo

- Nueve estaciones de muestreo pasivo para la recolección del material particulado sedimentable a lo largo de los 13 Km de la Av. Confraternidad.

➤ **Materiales de campo**

- Fundas Ziploc
- Cajas Petri de plástico
- Papel filtro
- GPS
- Cinta adhesiva

➤ **Materiales de laboratorio**

- Balanza analítica.
- Microscopio Electrónico de Barrido
- Espectroscopia de Fotones Rayos X Dispersados (EDX)

3.3. Tipo de investigación

➤ Experimental

Se aplicará muestreos y monitoreo pasivos, para su posterior análisis en el laboratorio.

➤ Transversal

La investigación se llevará a cabo en un período de tiempo correspondiente al mes de diciembre del año 2021.

➤ Exploratorio

Se conocerá los niveles de concentración de material particulado sedimentable, que existen en la Av. Confraternidad del cantón Pelileo.

➤ De Campo

Se procederá a instalar los Muestreadores pasivos en los nueve puntos de la Av. Confraternidad del cantón Pelileo, para su respectivo muestreo.

3.4. Población y muestra

El tamaño de la muestra se refiere al número de elementos que se incluirán en el estudio de manera que la información sea más precisa, en este caso se utilizará una fórmula para determinar el número de encuestas que se van a realizar para la población de la Av. Confraternidad, del cantón Pelileo.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2Z^2}$$

$$n = \frac{300*0,5^2*1,96^2}{0,05^2(300-1)+0,5^2*1,96^2} = 169 \text{ Donde:}$$

La población total existente en los 13 km de la Av. Confraternidad, del cantón Pelileo es de 300 personas aproximadamente, que se verán afectadas con el proyecto de la caracterización físico química del material particulado sedimentable. Teniendo como resultado que el cálculo del tamaño de la muestra para la Av. Confraternidad es de 169 personas.

3.5. Recolección de información

3.5.1. Metodología de monitoreo de material particulado sedimentable



Figura 11. Muestreo del material particulado sedimentable
Fuente: Cevallos (2021)

La cantidad de material particulado sedimentable se estableció a través del uso del método pasivo. Éste método consiste en la colocación de cajas Petri con papel filtro previamente pesado, secado y determinada su área, en los puntos de monitoreo de MPS establecidos en la Av. Confraternidad del cantón Pelileo, las cuáles permanecerán durante un mes para poder realizar la cuantificación del material particulado sedimentable.

3.5.2. Determinación de la tasa de sedimentación del MPS



Figura 12. Monitoreo del material particulado sedimentable
Fuente: Cevallos (2021)

Para la determinación del material particulado sedimentable primero dentro de las cajas Petri de plástico, se colocó el papel filtro previamente pesado y determinado su área, posteriormente la caja Petri fue cubierto con su respectiva tapa, sellándolo con

cinta adhesiva y se anotó datos en su respectiva ficha técnica, ubicándolos en las nueve cajas Petri de plástico dentro de los muestreadores pasivos en los diferentes puntos establecidos, retirando la tapa y guardándola en una bolsa Ziploc a fin de evitar algún tipo de alteración, tomando en cuenta que estos muestreadores estarán ubicados en cada punto durante un periodo de 30 días. Una vez transcurrido el mes, se procedió a retirar las cajas Petri de cada muestreador pasivo de cada punto de monitoreo almacenándolo en una funda ziploc para evitar alteración de la muestra, posteriormente se realizó el peso de cada papel filtro en el laboratorio ambiental de la Universidad Nacional de Chimborazo en la balanza analítica, por último cada papel filtro se llevó hacia la estufa en donde cada muestra permanecerá por 24 horas a 40 °C, para eliminar cualquier humedad adquirida por efectos que se encontrasen en el ambiente, para pesarlo nuevamente, y obtener así los datos idóneos y reales que serán utilizados para su respectiva aplicación en la siguiente fórmula.

3.5.3. Cálculo gravimétrico del MPS

Para el cálculo gravimétrico se utilizó la fórmula de (Santillán, 2016):

$$MPS = \frac{(mg/cm^2)}{mes} = \left[\frac{Peso\ final}{Peso\ Inicial} \right] \times 1\ mes$$

- ❖ Área del papel filtro: $A = \pi \times r^2$
- ❖ Peso inicial del filtro: muestra después de salir de laboratorio.
- ❖ Peso final: muestra después de estar expuesta durante el periodo de muestreo.

3.5.4. Análisis de la composición química y morfológica de MPS

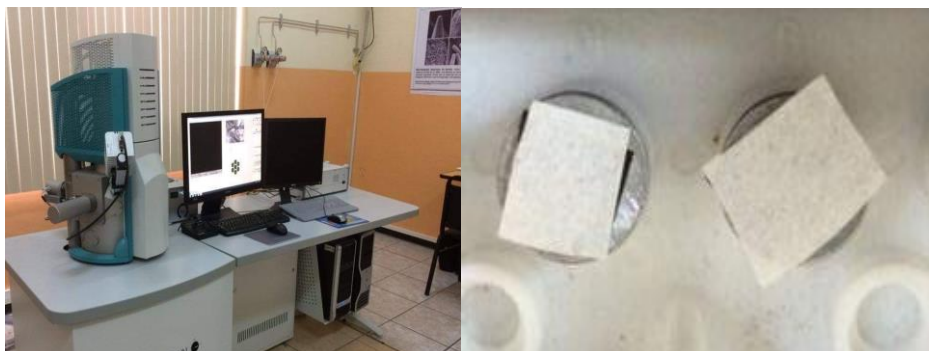


Figura 13. Microscopio electrónico de barrido.
Fuente: Cevallos (2021)

Se realizó secciones de papel filtro de 1cm², que posteriormente se montaron sobre un portamuestras de aluminio y metalizarlas con oro mediante el uso de sputter coater (SPI), durante 5 minutos aproximadamente.

Una vez realizado la metalización con oro se analizó la composición física y química del material particulado sedimentable con el uso del SEM modelo LEO, EVO-40XVP, a un voltaje de aceleración de 5-10 kV. Por último, se procedió a tomar imágenes a 200x. El procesamiento y análisis de las imágenes se realizó mediante el uso del software Analysis Pro.

3.5.5. Diseño experimental y estadístico para validación

Se analizó estadísticamente la tasa de sedimentación del MPS, mediante un ordenamiento de los resultados, realizando una comparación con los valores máximos referenciales para la salud según lo dispuesto por la Organización Mundial de la Salud y con los Límites Máximos Permisibles de la Legislación Ambiental Ecuatoriana Vigente.

El análisis de la composición química y física del material particulado sedimentable se realizó mediante el uso de espectroscopia de fotones rayos x dispersados (EDX) y microscopio electrónico de barrido.

3.6. Descripción y operación de variables

Las variables de respuesta se clasifican como variables dependientes e independientes como se muestra a continuación:

3.6.1. Variables dependientes

Calidad de aire en la Av. Confraternidad del cantón Pelileo.

3.6.2. Variables independientes

Concentración de material particulado sedimentable.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del análisis de material particulado sedimentable con el método gravimétrico.

TABLA 4. RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DEL MPS

| Ubicación | Resultado Obtenido del MPS (mg/cm ² /mes) |
|--|---|
| Redondel de Benítez | 0,59 |
| Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo | 0,45 |
| Salasaka Centro | 0,46 |
| Redondel vía Pelileo | 0,46 |
| Lavandería y Tintorería Andersson Jeans | 0,51 |
| Lavandería y Tintorería Lavaclassic | 0,52 |
| Lavandería y Tintorería Jhosep Color | 0,49 |
| Banco del Pichincha | 0,48 |
| Vía Baños, Vía Patate | 0,47 |

Fuente: Cevallos (2021)

TABLA 5. COMPARACIÓN DE VALORES DE LOS LMP ESTABLECIDOS POR LA OMS Y EL TULSMA

| Ubicación | RESULTADOS OBTENIDOS MPS (mg/cm ² /mes) | OMS (0,5 mg/cm ² /mes) | Legislación Ecuatoriana (1 mg/cm ² /mes) |
|---|---|--------------------------------------|---|
| Redondel de Benítez | 0,59 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo | 0,45 | CUMPLE | CUMPLE |
| Salasaka Centro | 0,46 | CUMPLE | CUMPLE |

| Ubicación | RESULTADOS OBTENIDOS MPS (mg/cm ² /mes) | OMS (0,5 mg/cm ² /mes) | Legislación Ecuatoriana (1 mg/cm ² /mes) |
|---|--|-----------------------------------|---|
| Redondel vía Pelileo | 0,46 | CUMPLE | CUMPLE |
| Lavandería y Tintorería Andersson Jeans | 0,51 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| Lavandería y Tintorería Lavaclassic | 0,52 | NO CUMPLE | CUMPLE |
| Lavandería y Tintorería Jhosep Color | 0,49 | CUMPLE | CUMPLE |
| Banco del Pichincha | 0,48 | CUMPLE | CUMPLE |
| Vía Baños, Vía Patate | 0,47 | CUMPLE | CUMPLE |

Fuente: Cevallos (2021)

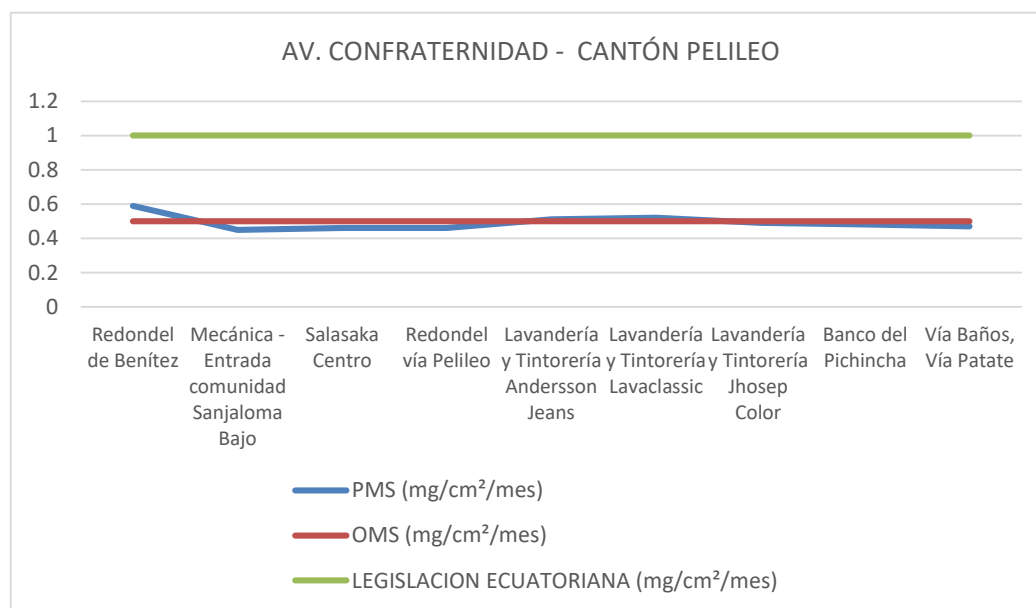


Figura 14. Comparación de valores de los LMP establecidos por la OMS y el TULSMA Fuente: Cevallos (2021)

4.1.1. Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto al material particulado sedimentable.

Los sectores que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según lo dispuesto por la Organización Mundial de la Salud, son en seis puntos de la Av. Confraternidad del cantón Pelileo, el primer sector es en la entrada de la comunidad

Sanjaloma Bajo de la parroquia Salasaka con un límite permisibles de 0,45 mg/cm²/mes, zona de uso agrícola y pecuaria, sin embargo se encuentran presentes algunas actividades económicas como bloqueras, metal mecánicas, estaciones de servicio y lavadoras de autos; el segundo sector es en el redondel vía Pelileo con un límite permisible de 0,46 mg/cm²/mes, zona de uso agrícola, donde se encuentran actividades económicas de granjas avícolas, bloqueras, faenadora de pollos; el tercer sector es en la Lavandería y Tintorería Joseph Color con un límite permisible de 0,49 mg/cm²/mes, zona de uso comercial, se encuentran la estación de bomberos y mecánicas automotrices, y el cuarto sector es el Banco del Pichincha con un límite permisible de 0,48 mg/cm²/mes, zona de uso comercial y residencial, donde se encuentran actividades económicas de lavadoras de autos, mercados, estaciones de servicios, bloqueras y mecánicas.

En cuanto los sectores del redondel de Benítez, Lavandería y Tintorería Andersson Jeans y Lavandería y Tintorería Joseph Color, se encuentran fuera de los límites máximos permisibles según lo dispuesto en la Organización Mundial de la Salud.

El primer punto que es el Redondel de Benítez con un límite permisible de 0,59 mg/cm²/mes, zona de uso industrial y agrícola, mantiene un alto índice de tráfico vehicular y donde se encuentran empresas grandes como GELCO, Horviplas, Distribuidora de Coca Cola y Bioalimantar S.A.

El segundo punto es en la Lavandería y Tintorería Andersson Jeans con un límite máximo permisible de 0,51 mg/cm²/mes, zona de uso comercial y residencial, caracterizado por ser la vía principal de la feria de jeans, podemos encontrar un alto índice vehicular, puesto que transitan automóviles particulares, buses urbanos e interprovinciales.

Y el último punto tenemos la Lavandería y Tintorería Lavaclassic con un límite máximo permisible de 0,52 mg/cm²/mes, zona de uso comercial y residencial, podemos encontrar un alto índice vehicular, y también de industrias de lavado de jeans como lavadoras de autos y estaciones de servicio.

4.2. Análisis molecular

4.2.1. Análisis químico

La composición química del MPS se determinó a través del uso de la espectroscopia de fotones rayos x dispersados, se procedió a examinar 7 muestras con un total de 45 microfotografías y 90 puntos, cada muestra constaba para su análisis de cinco puntos uno en el centro y los cuatro restantes constaba de cada esquina de la muestra.

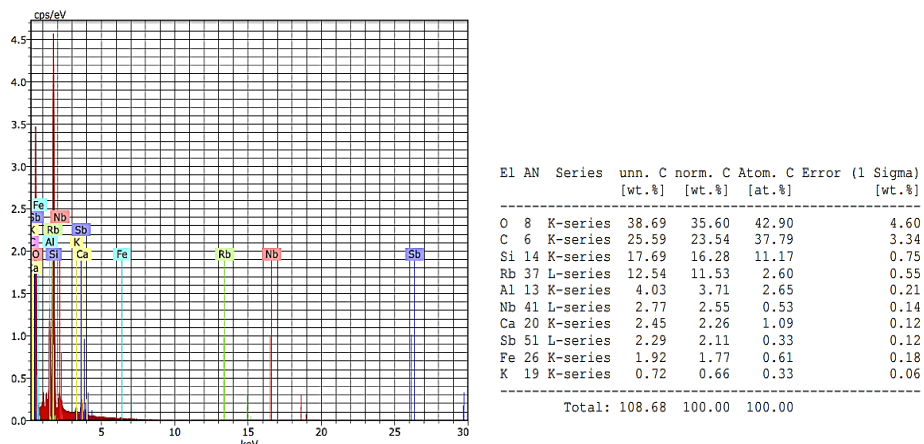


Figura 15. Caracterización química Av. Confraternidad - Redondel de Benítez
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el Redondel de Benítez, la muestra presenta altas concentraciones de O con 38,69%, C con 23,54%, Si con 16,28% y Rb con 11,53%, en menor concentración el Al, Nb, Ca y Sb, con 3,71%, 2,55%, 2,26% y 2,11%, respectivamente; y cantidades inferiores de Fe y K.

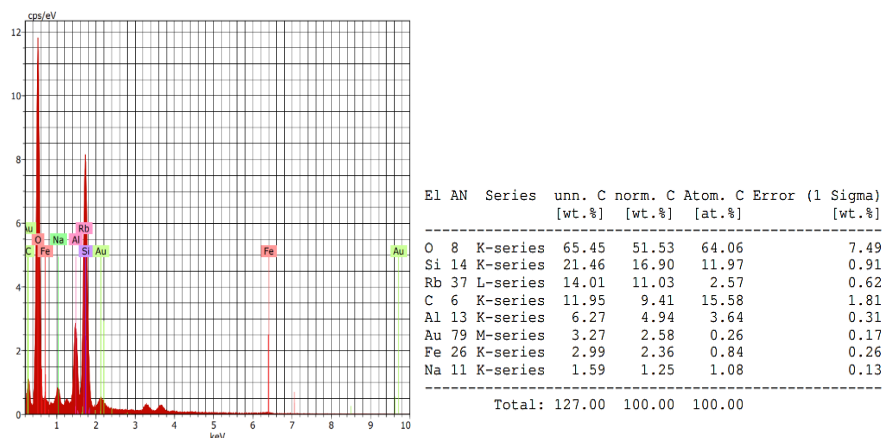


Figura 16. Caracterización química Av. Confraternidad - Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto de la entrada de la comunidad Sanjaloma Bajo en Salsaka, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 51,53%, Si con 16,90% y Rb con 11,03%, en menor concentración al C, Al, Au, y Fe, con 9,41%, 4,94%, 2,58% y 2,36%; y cantidades inferiores de Na.

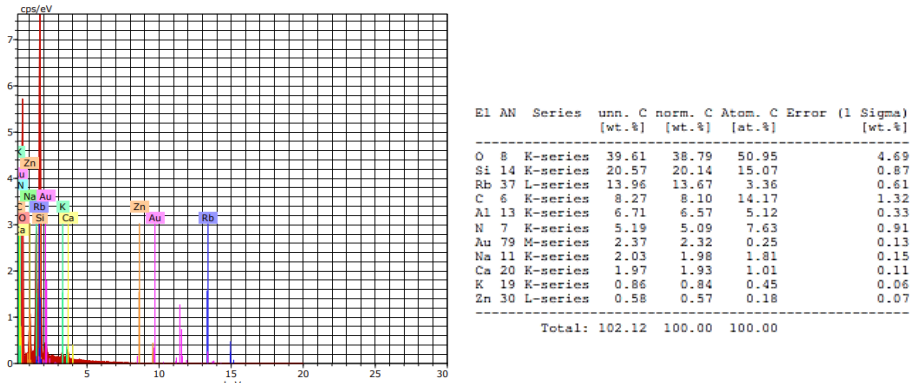


Figura 17. Caracterización química Av. Confraternidad – Salasaka Centro.
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021).

En el punto de Salasaka Centro, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 38,79% y Si con 20,14%, en menor concentración al Rb, C, Al y N, con 13,67%, 8,10%, 6,57%, 5,09%; y cantidades inferiores de Au, Na, Ca, K y Zn.

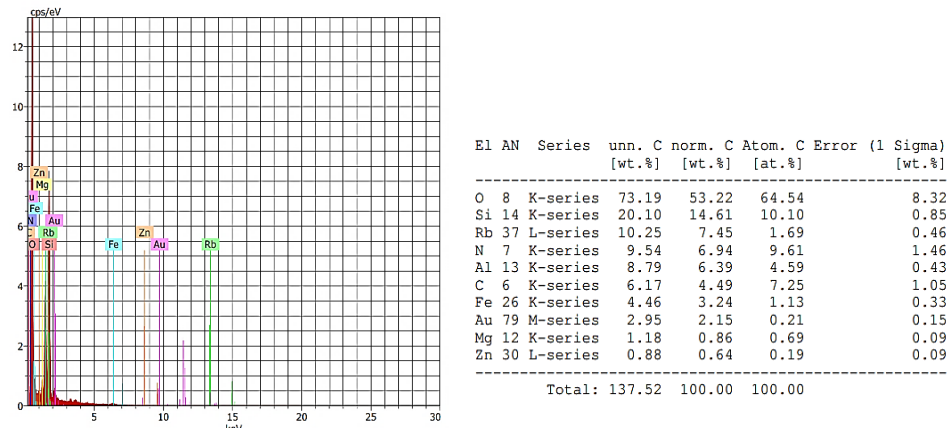


Figura 18. Caracterización química Av. Confraternidad - Redondel vía Pelileo.
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021).

En el punto del Redondel vía Pelileo, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 53,22% y Si con 14,61%, en menor concentración al Rb, N, Al, C, Fe y Au, con 7,45%, 6,94%, 6,39%, 4,49%, 3,24% y 2,15%; y cantidades inferiores de Mg y Zn.

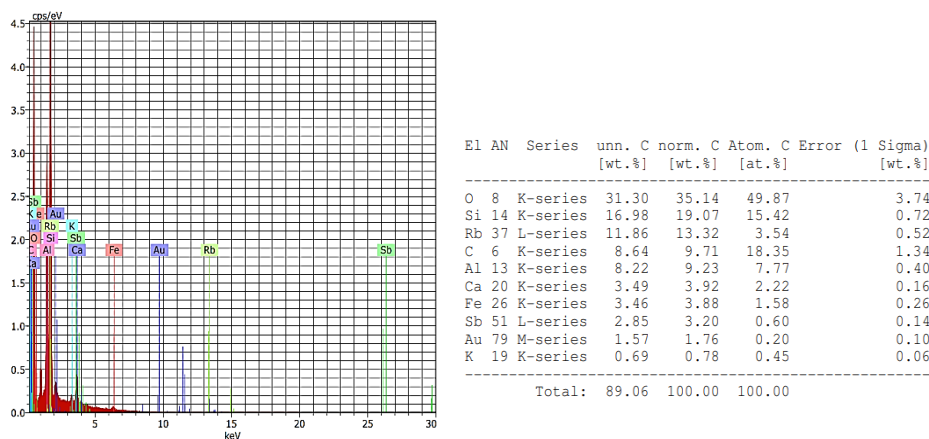


Figura 19. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Andersson Jeans
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto de Lavandería y Tintorería Andersson Jeans, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 35,14%, Si con 19,07% y Rb con 13,32%, en menor concentración al C, Al, Ca, Fe y Sb, con 9,71%, 9,23%, 3,92%, 3,88% y 3,20%, respectivamente; y cantidades inferiores de Au y K.

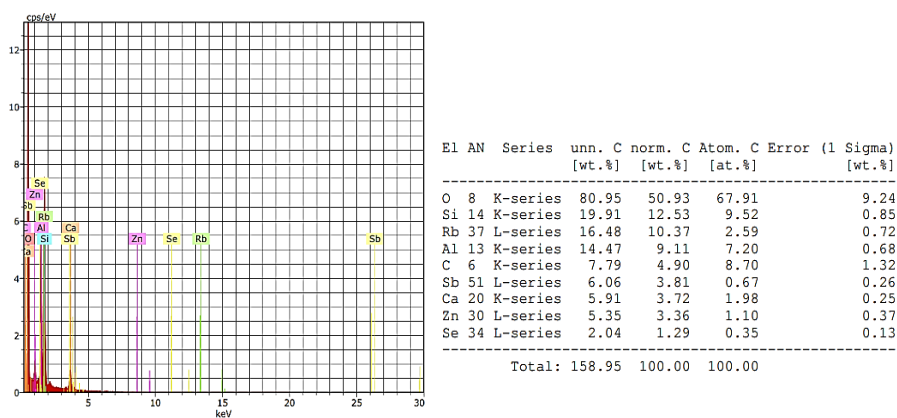


Figura 20. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Lavaclassic
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto de Lavandería y Tintorería Lavaclassic, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 50,93%, Si con 12,53% y Rb con 10,37%, en menor concentración tenemos al Al, C, Sb, Ca, Zn, con 9,11%, 4,90%, 3,81%, 3,72% y 3,36%, respectivamente; y cantidades inferiores de Se.

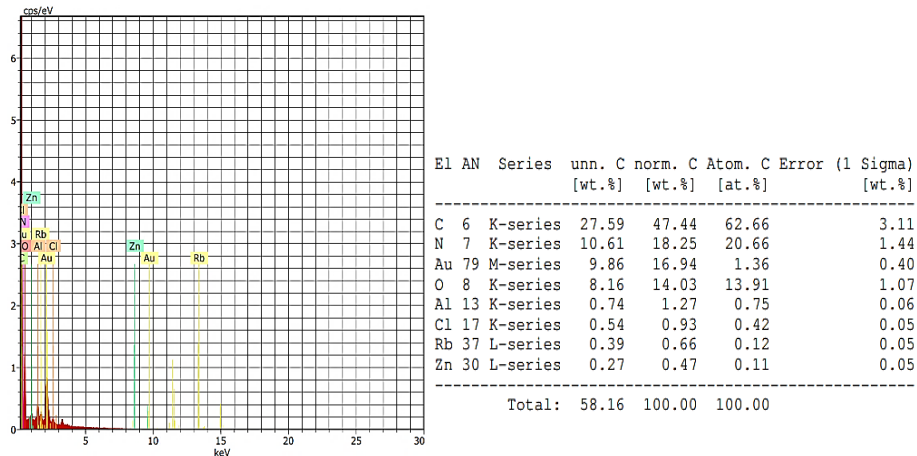


Figura 21. Caracterización química Av. Confraternidad - Lavandería y Tintorería Joseph Color
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto de la Lavandería y Tintorería Joseph Color, la muestra uno presenta altas concentraciones de C con 47,44%, N con 18,25%, Au con 16,94% y O con 14,03%, en menor concentración al Al, con 1,27%, respectivamente; y cantidades inferiores de Cl, Rb y Zn.

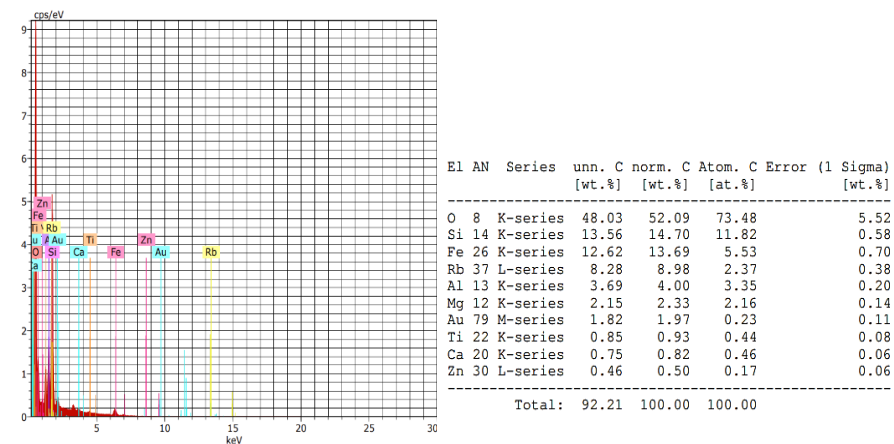


Figura 22. Caracterización química Av. Confraternidad – Banco del Pichincha
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto del Banco de Pichincha, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 52,09%, Si con 14,70% y Fe con 13,69% en menor concentración al Rb, Al, Mg y Au, con 9,98%, 4,00%, 2,33% y 1,97%; y cantidades inferiores de Ti, Ca y Zn.

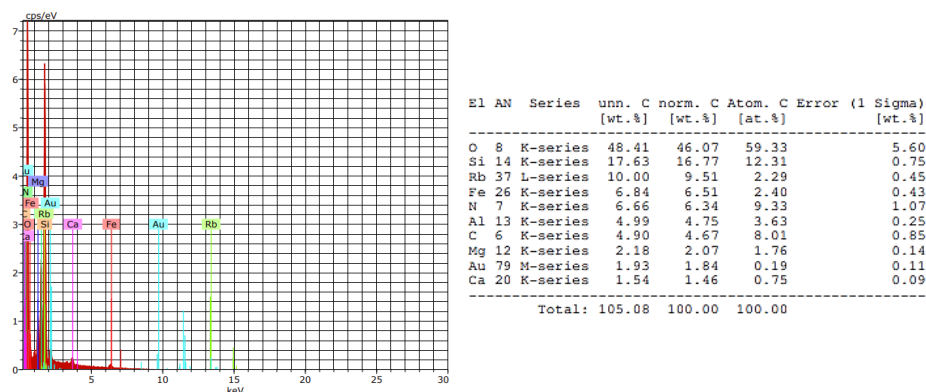


Figura 23. Caracterización química Av. Confraternidad – Vía Baños, Vía Patate
Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

En el punto de la Vía Baños, Vía Patate, la muestra uno presenta altas concentraciones de O con 46,07% y Si con 17,63% en menor concentración al Rb, Fe, N, Al y C, con 9,51%, 6,51%, 6,34%, 4,75% y 4,97%; y cantidades inferiores de Mg, Au y Ca.

En las siete muestras analizadas se obtuvo un total de dieciocho (18) elementos químicos, y realizando el promedio total de cada uno de ellos tenemos los porcentajes a continuación:

TABLA 6. ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN EL MPS

| Elementos Químicos Mayoritarios (%) | Elementos Químicos Menor Concentración (%) | Elementos Químicos Cantidades Inferiores (%) |
|-------------------------------------|--|--|
| O = 55,07 % | Al = 5,55 % | Mg = 1,75% |
| C = 14,06 % | Fe = 5,24 % | Se = 1,29 % |
| Si = 16,37 % | Au = 4,22 % | Na = 1,61 % |
| Rb = 9,61 % | Sb = 3,04 % | Zn = 1,11% |
| N = 9,15 % | Ca = 2,35 % | Ti = 0,93 % |
| | Nb = 2,55% | Cl = 0,93 % |
| | | K = 0,76 % |

Fuente: Cevallos (2021)

4.2.2. Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto a la composición química del material particulado sedimentable

El C presente en las muestras según (Gao et al., 2018) menciona que el carbono emitido a la atmósfera en forma de material particulado de origen primario es a causa de combustión incompleta de biomasa o a la combustión incompleta de vehículos automotores a diésel, representada mediante polvo negro o café oscuro formado por diminutas partículas, que pueden permanecer en el aire por algunos días o inclusive semanas, después se posa en el suelo.

Dentro del análisis también se encontró los elementos de Si, Ti y Ca, los cuales se encuentran en los materiales de la composición del suelo proveniente del polvo de los caminos y carreteras, que no se encuentran pavimentados y que tienen como desventaja la emisión continua de polvo hacia el ambiente que lo rodea. Este tipo de superficies no impermeabilizadas o donde no exista adhesión de partículas finas entre sí, generan polvo como resultado de esfuerzos cortantes entre las llantas del vehículo y el agregado, rotura de agregados en partículas de menor tamaño cuando los vehículos transitan sobre ellos, arrastre del polvo adherido a la llanta del auto en otros sitios de su recorrido, partículas finas previamente depositadas como material propio de la conformación del camino y otras provenientes de campos agrícolas o terrenos aledaños a la vía, y de los procesos de construcción, que pueden permanecer suspendidas muchos días (Ulate & Vargas, 2018).

De acuerdo con (Durán & Moscoso, 2018) indica que el Al es debido a la presencia de empresas de metalúrgica cerca de la zona de estudio lo que ocasiona que en el ambiente presente problemas de acidificación y bioacumulación, como también a la composición del suelo y polvo arrastrado por el viento. Y el elemento Nb, se lo encuentra empleado en la fabricación de las cámaras de combustión de los automóviles.

A su vez tenemos los elementos como es el caso del N y Rb, los cuales provienen de los catalizadores de los automóviles pesados y ligeros, que utilizan combustible tanto de tipo gasolina como diésel. Y el elemento Au que en minería producen cantidades de polvillo dañinos y que pueden ser absorbido por el hombre y ambiente (Ulate & Vargas, 2018).

Según Moreno et al. (2021) menciona que el Zn y el Se tiene relación con las emisiones vehiculares, este último también tiene relación con las partículas de erupciones volcánicas, y que el elemento Na, presente en el punto de Sanjaloma Bajo, podría estar asociado con el levantamiento de polvo de los campos de cultivo, al ser considerada una zona agrícola y pecuaria, como también de la combustión de carbón.

Los elementos Fe, K, Sb, Na, cuales provienen de la re-suspensión del polvo, de la combustión de vehículos y desgaste de frenos y neumáticos. Son partículas de polvo, producto del movimiento del aire generado por el paso de vehículos. Y los tres mecanismos que lo generan son: empuje y desplazamiento de partículas de polvo hacia el aire una vez que entran en contacto con la llanta, el desplazamiento de masas de aire provocadas por el movimiento del vehículo, las cuales generan remolinos o turbulencia que desarrollan a su vez pequeños esfuerzos cortantes sobre la superficie y que son capaces de levantar las partículas del suelo hasta mantenerlas suspendidas por cierto tiempo, y el desplazamiento de partículas entre sí, que se da al momento de caer y chocar unas sobre otras (Ulate & Vargas, 2018).

El Mg se encuentra los catalizadores y polvo suspendido a causa de la actividad vehicular, como también puede provenir de la actividad volcánica, procesos industriales, entre otros (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2021).

4.2.3. Efectos a la de salud con respecto a la composición química del material particulado sedimentable

La toxicidad por elementos químicos como de metales traza se obtuvo para las partículas de escape de motores diésel, seguidas de las partículas de escape de motores de gasolina, las partículas de combustión de biomasa, las partículas de combustión de carbón y el polvo de las carreteras (Park & Jang, 2018).

Como menciona Moreno et al. (2021) el material particulado sedimentable puede llegar a los pulmones y trasladarse a órganos vitales, causando importantes consecuencias para la salud humana. Además, los contaminantes de material particulado se han relacionado con afecciones respiratorias, como el asma, alergias, conjuntivitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, fibrosis pulmonar.

4.3. Análisis físico del material particulado sedimentable

Las partículas sedimentadas en el papel filtro fueron analizadas de manera morfológica con el uso del microscopio electrónico de barrido, donde se tomaron imágenes a 200x, y se pudo identificar la forma y el tamaño de las partículas sedimentadas.

ZONA 1: REDONDEL DE BENÍTEZ

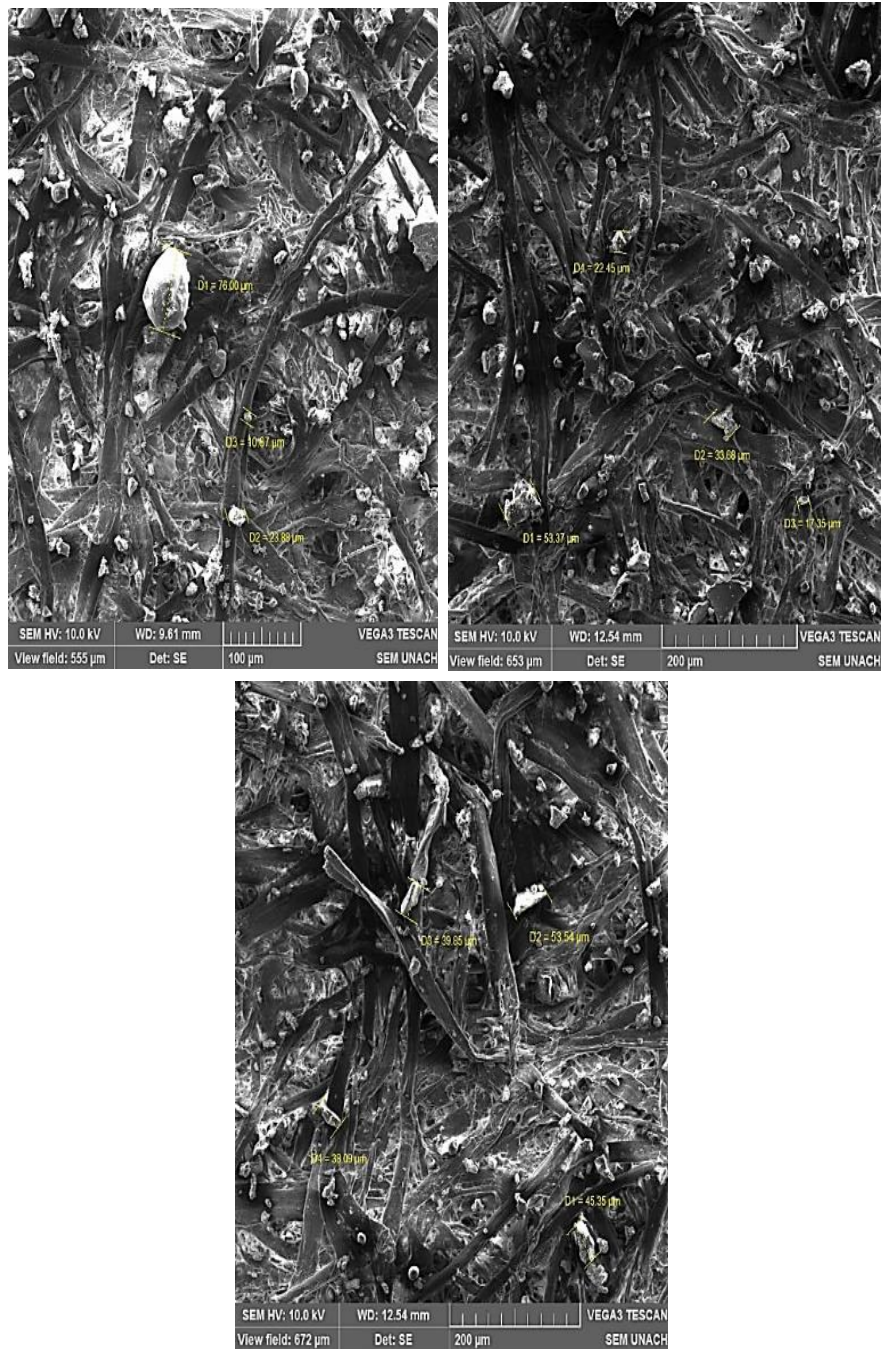


Figura 24. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopía, (2021)

ZONA 2: MECÁNICA - ENTRADA COMUNIDAD SANJALOMA BAJO

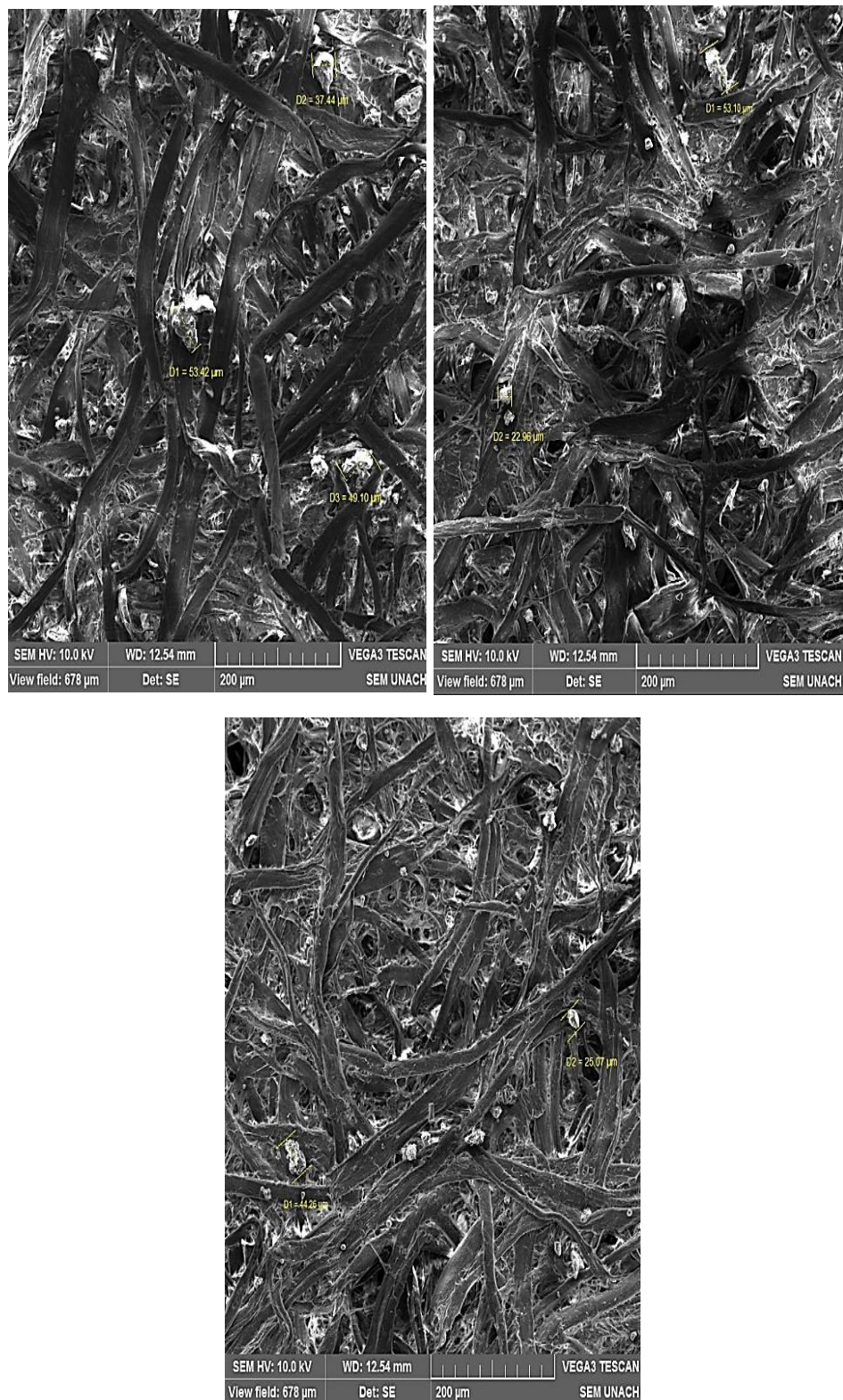


Figura 25. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 3: SALASAKA CENTRO

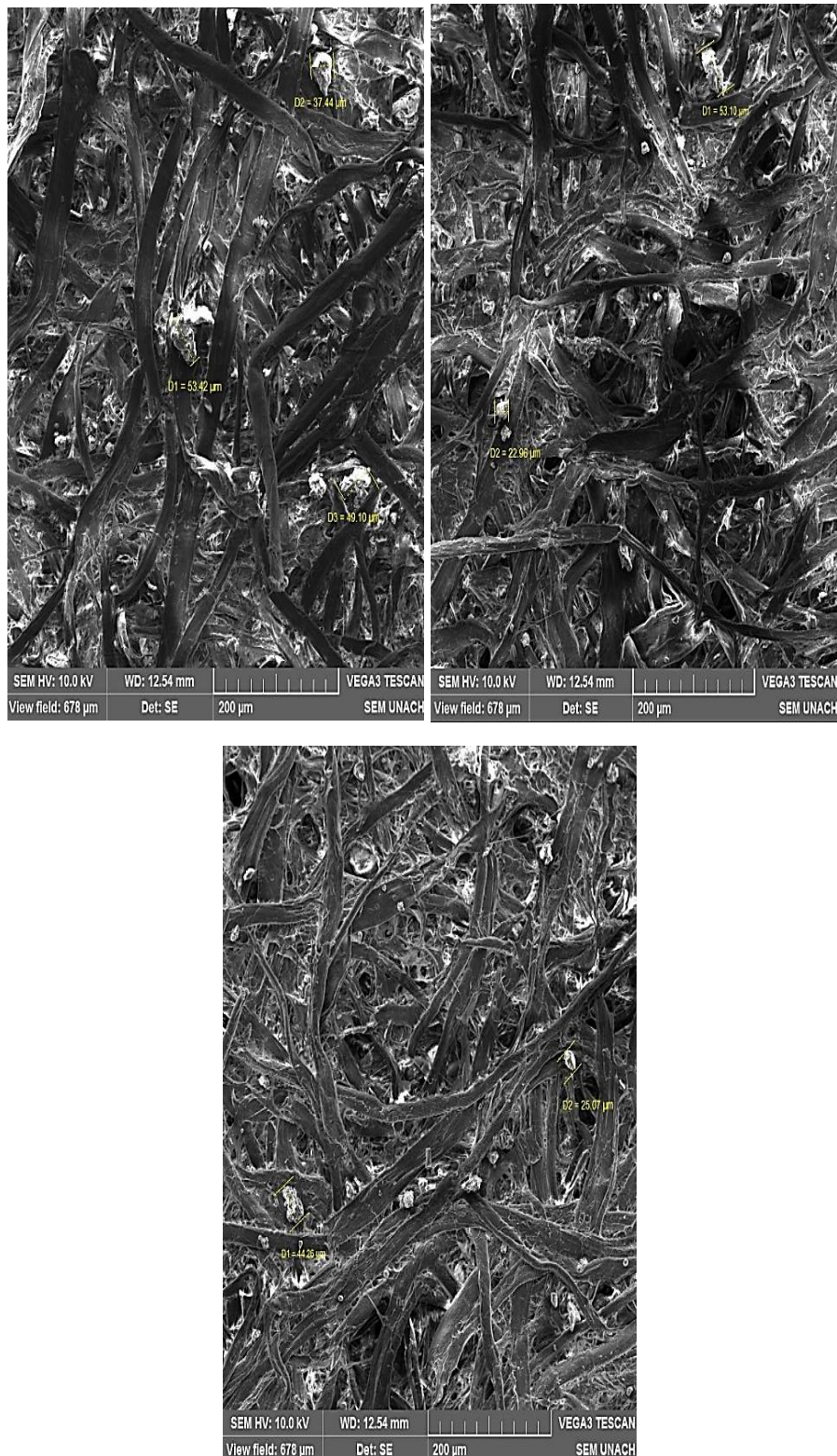


Figura 26. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 4: REDONDEL VÍA PELILEO

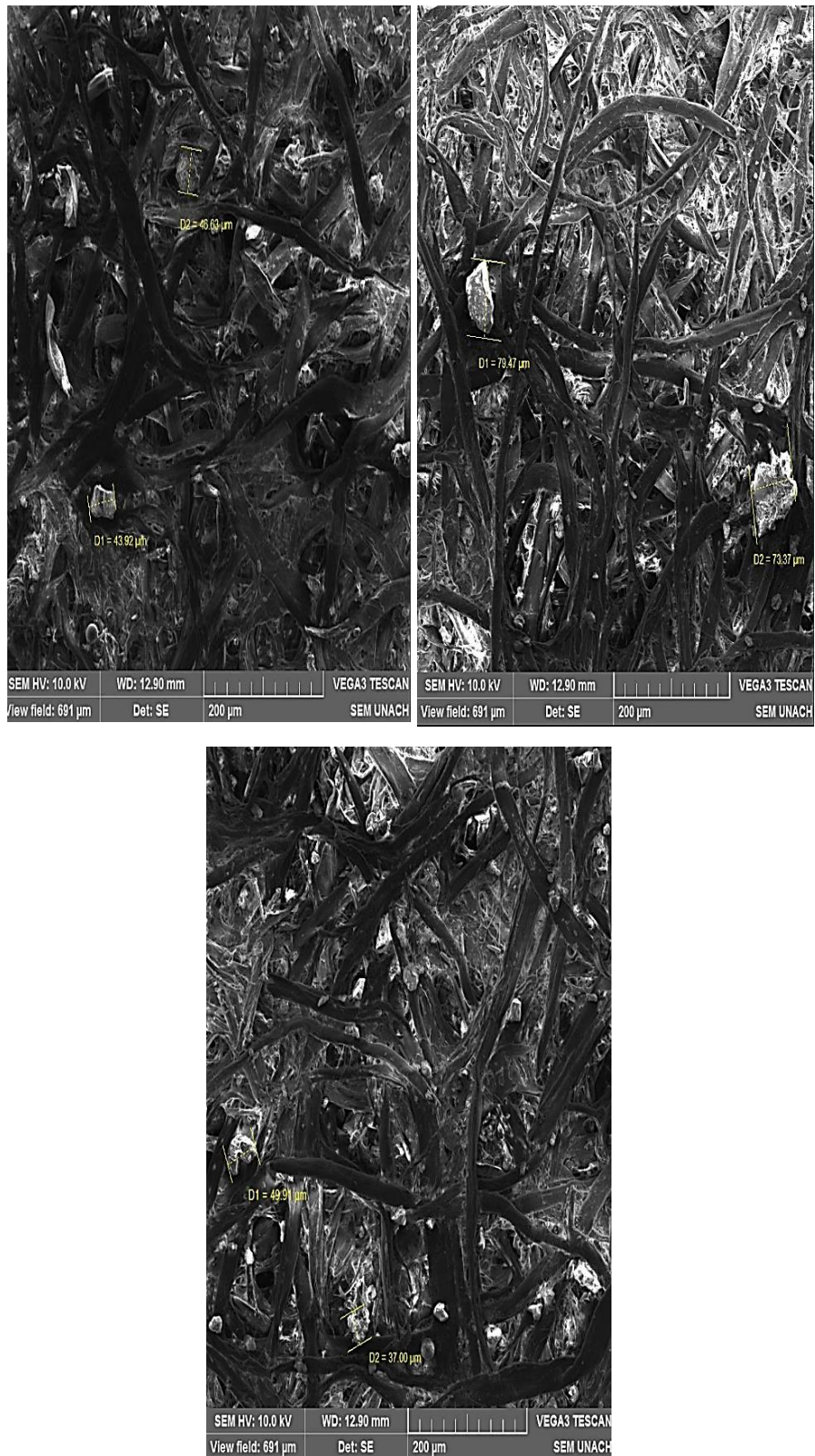


Figura 27. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 5: LAVANDERÍA Y TINTORERÍA ANDERSSON JEANS

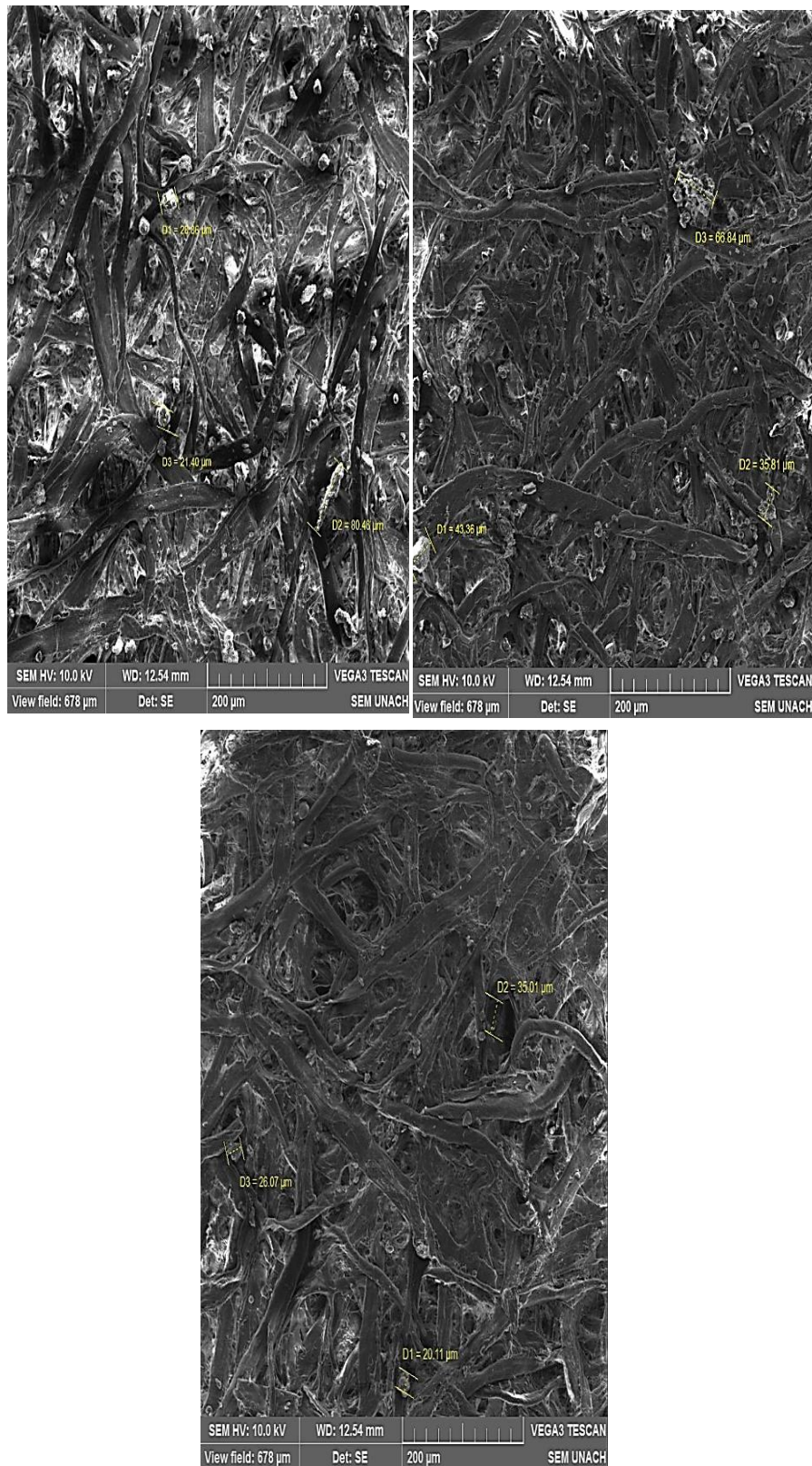


Figura 28. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 6: LAVANDERÍA Y TINTORERÍA LAVACLASSIC

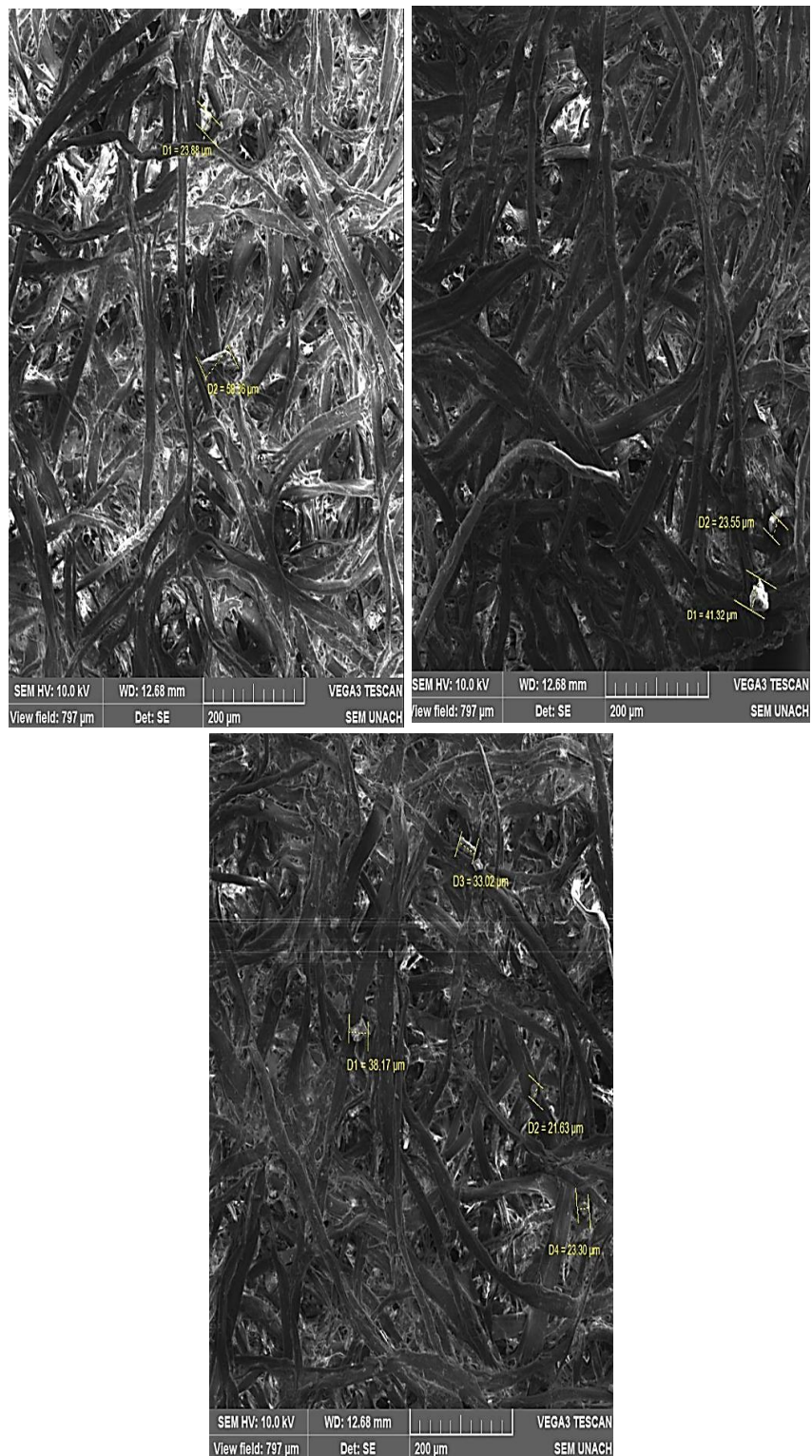


Figura 29. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 7: LAVANDERÍA Y TINTORERÍA JOSEPH COLOR

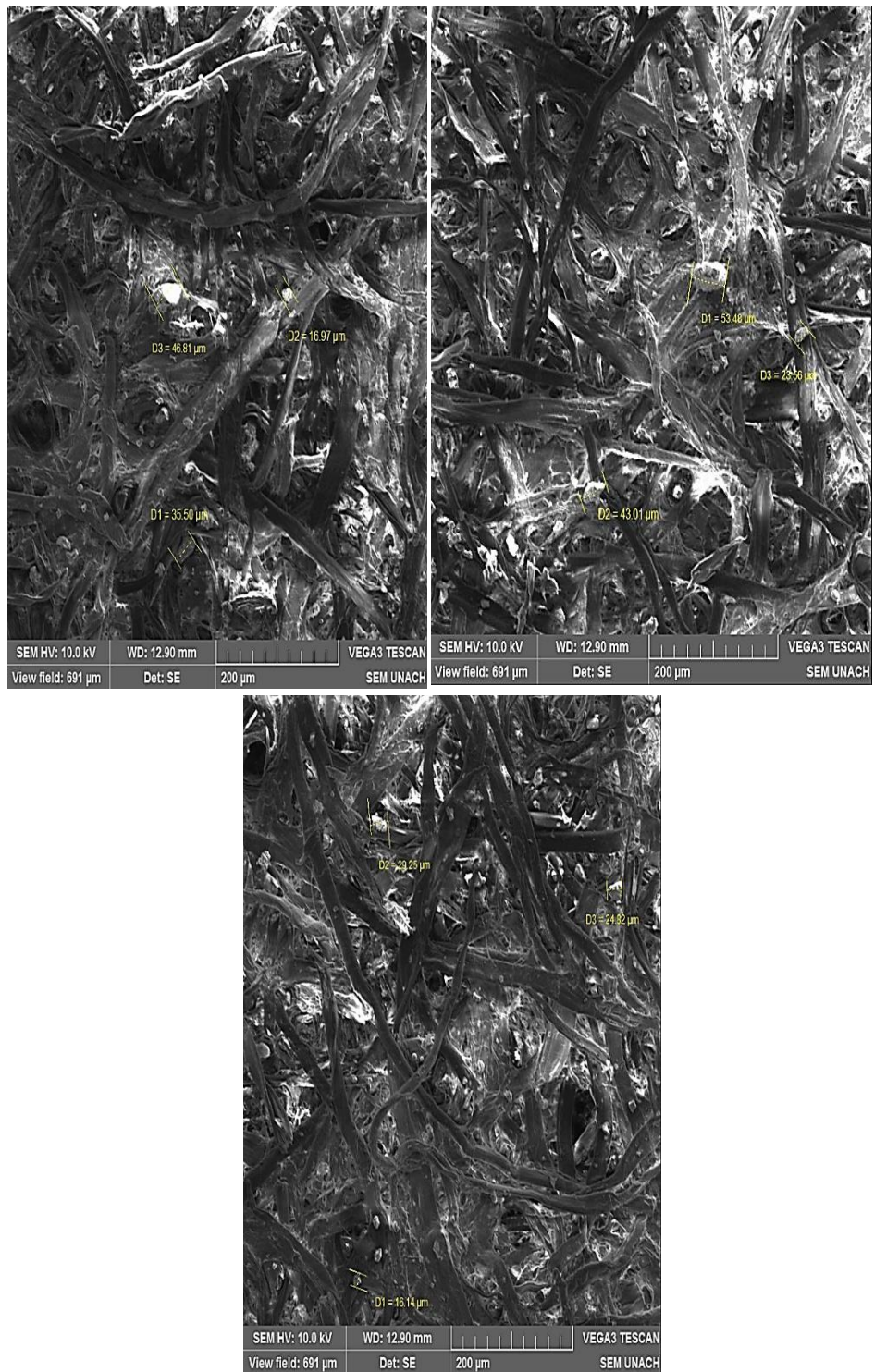


Figura 30. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 8: BANCO DEL PICHINCHA

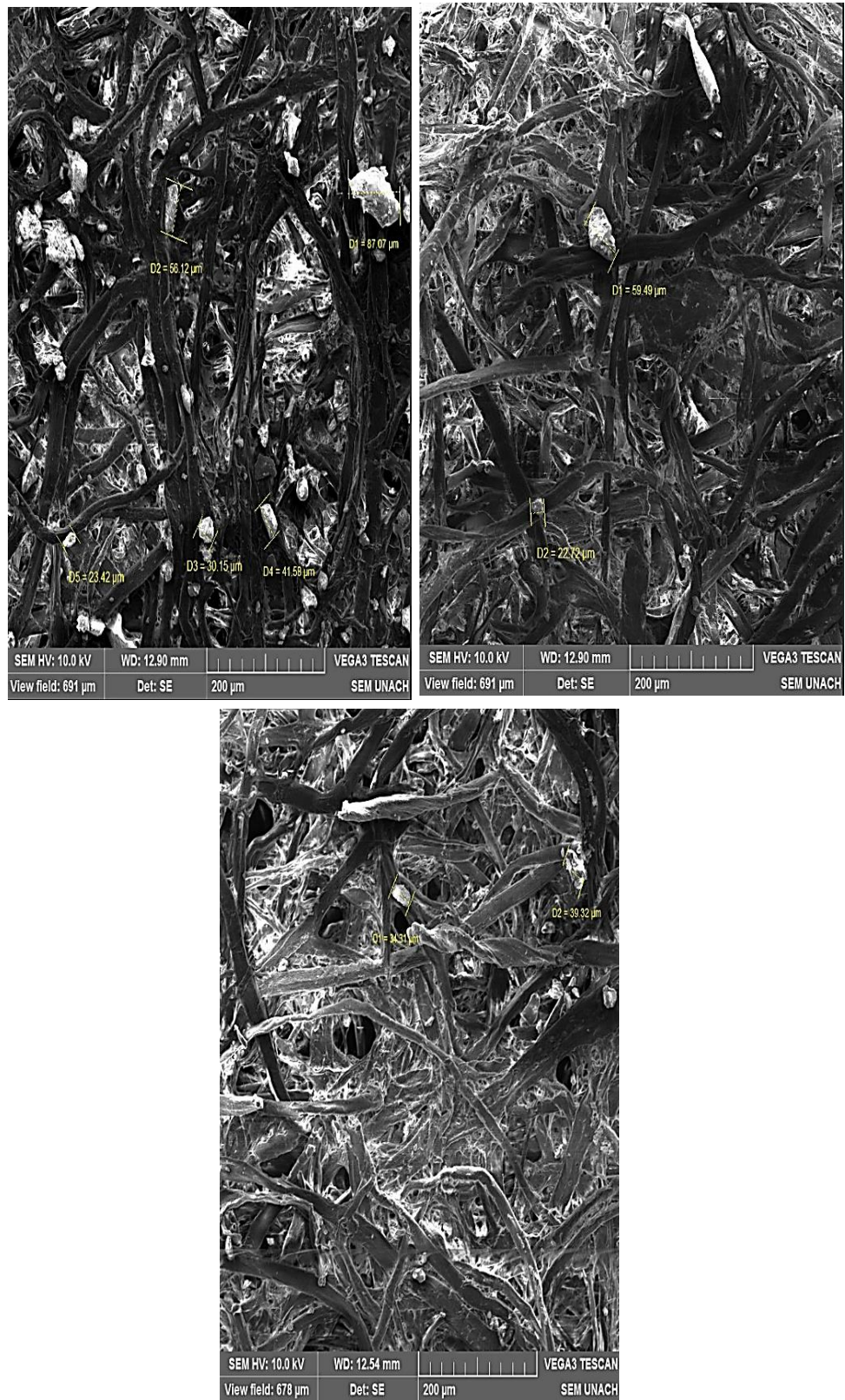


Figura 31. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

ZONA 9: VÍA BAÑOS, VÍA PATATE

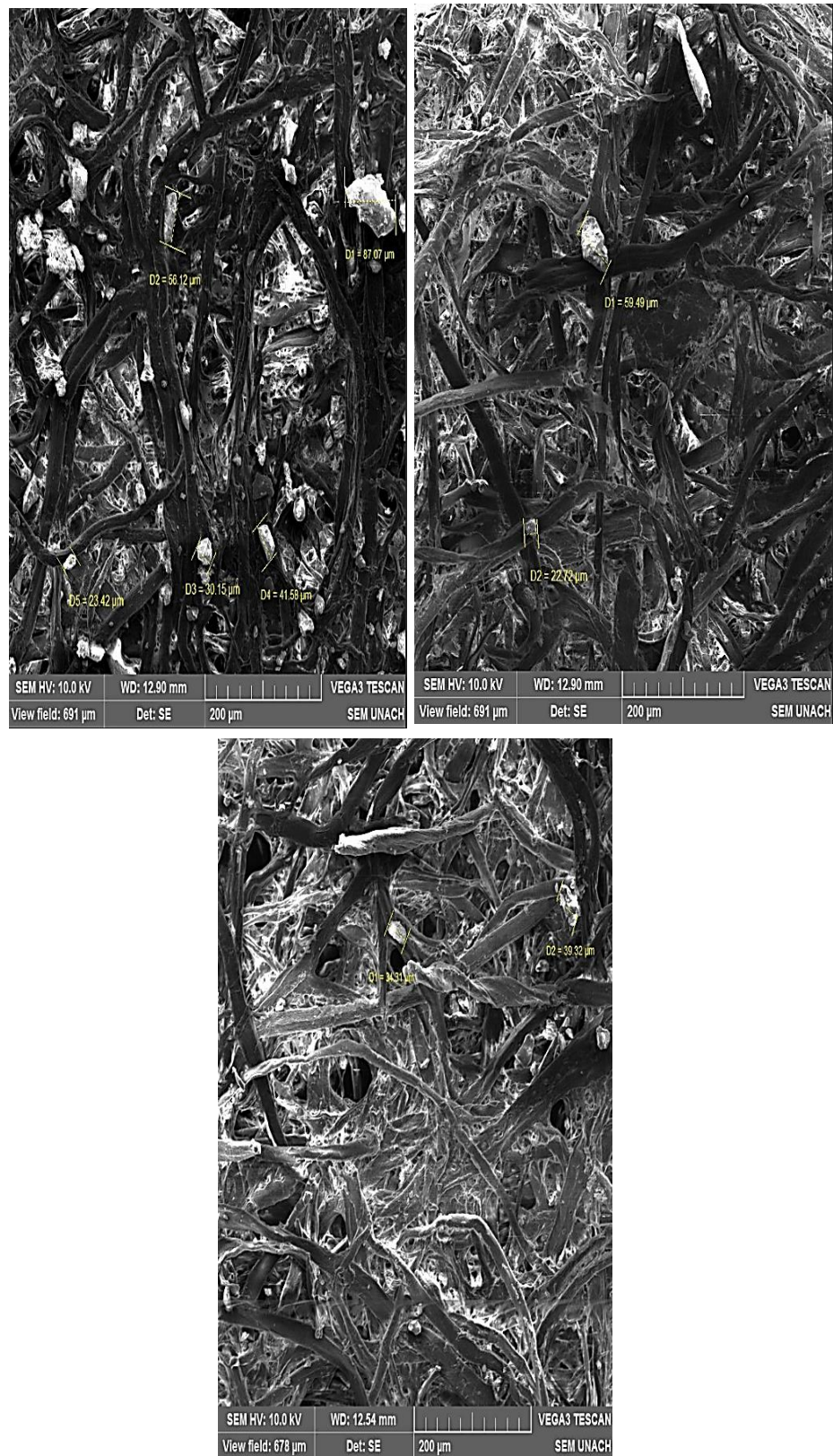


Figura 32. Diámetros de las partículas del material particulado sedimentable, observados, a 200X

Fuente: UNACH, Laboratorio de microscopia, (2021)

4.3.1. Análisis de la situación ambiental del sitio con respecto a la composición física del material particulado sedimentable

Las partículas sedimentables que se encontraron en las nueve muestras presentan una variedad de formas, como esferas, elipses, redondeadas, cubos, formas irregulares o geometría fractal, placas angulares y porosas de tamaños mayor a 10 μm . Como lo menciona Chen et al. (2021) la morfología de este tipo de partículas por lo general es de origen de procesos industriales o naturales, combustión, tránsito vehicular y también que en la mayoría de la trayectoria de la Av. Confraternidad el suelo del sector se encuentra despampado y para uso de la agricultura y ganadería.

4.4. Simulación de la dispersión del MPS

Se realizó mapas para obtener una visualización de la dispersión de material particulado sedimentable en la Av. La Confraternidad en el período diciembre 2021, utilizando dos coordenadas X y Y.

Dispersión del MPS en la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo

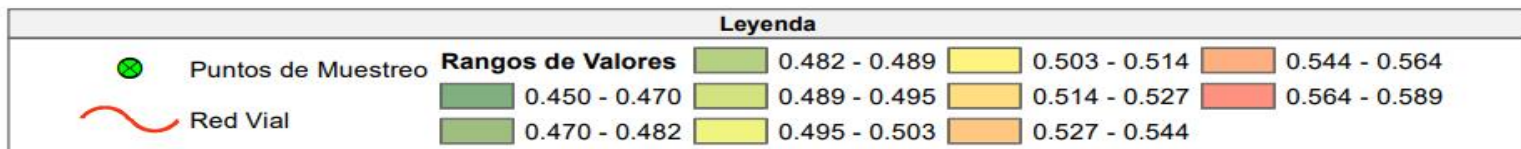
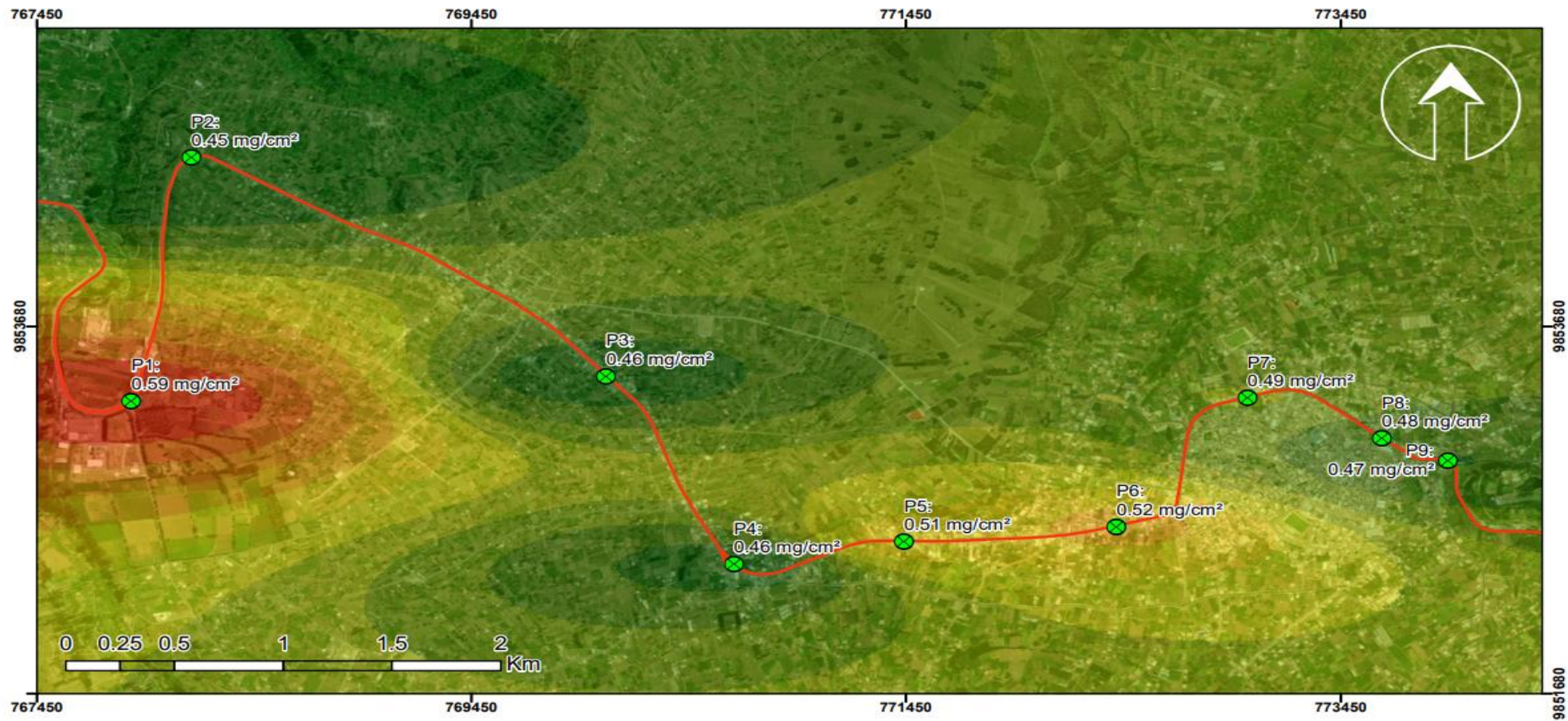


Figura 33. Simulación de la dispersión del MPS
Fuente: Cevallos (2021)

4.4.1. Análisis de la dispersión del MPS en la Av. Confraternidad

El sector con mayor nivel de concentración de material particulado sedimentable es en el punto 1 con 0,59 mg/cm²/mes, seguido de los puntos de monitoreo número 5 con 0,51 mg/cm²/mes y punto 6 con 0,52 mg/cm²/mes, mientras que la concentración más baja es en el punto 2 con 0,45 mg/cm²/mes.

4.5. Encuesta para determinar la incidencia del MPS sobre las personas del sector

Para conocer la situación actual de las personas que se encuentran en la Av. Confraternidad, acerca de la calidad de aire en su sector y como éste les afecta, se realizó una encuesta a 169 personas.

1. ¿Cuál es su género?

TABLA 7. GÉNERO

| Hombre | Mujer | Total |
|--------|-------|--------------|
| 72 | 97 | 169 personas |

Fuente: Cevallos (2022)

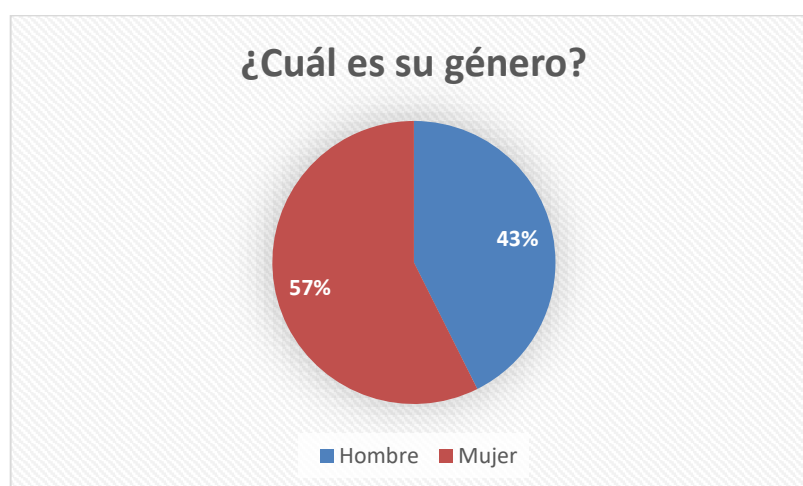


Figura 34. Género
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 57% de los encuestados es del género femenino y el 43% es del género masculino.

2. ¿Cuál es su situación actual en el sector de la Av. Confraternidad de la ciudad de Pelileo?

TABLA 8. SITUACIÓN ACTUAL

| Vive | Trabaja | Pernocta |
|------|---------|----------|
| 147 | 22 | 0 |

Fuente: Cevallos (2022)

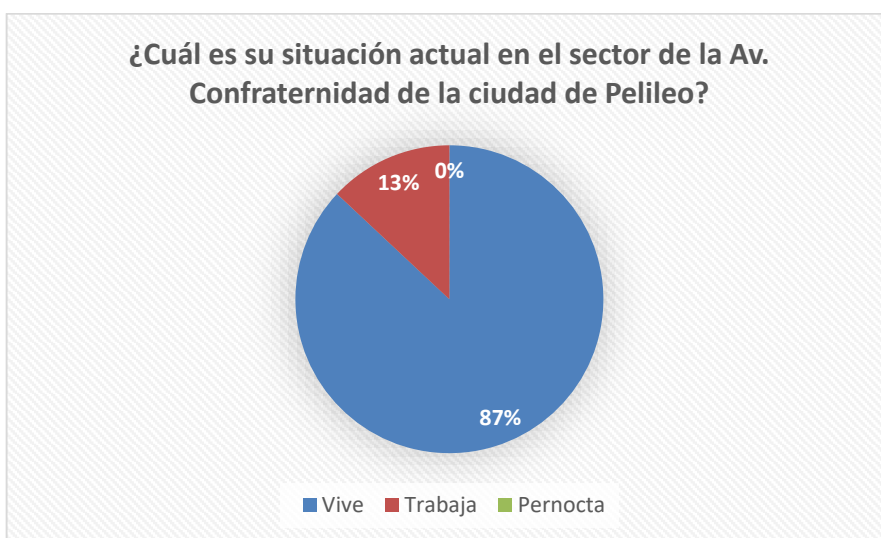


Figura 35. Situación actual

Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 87% de los encuestados vive en el sector de la Av. Confraternidad hace más de 10 años, el 13% trabaja ocho horas por seis días de la semana y el 0% solo pernocta.

3. ¿Conoce usted que es material particulado sedimentable (polvo)?

TABLA 9. CONOCIMIENTO MPS

| Si | No |
|-----|----|
| 150 | 19 |

Fuente: Cevallos (2022)

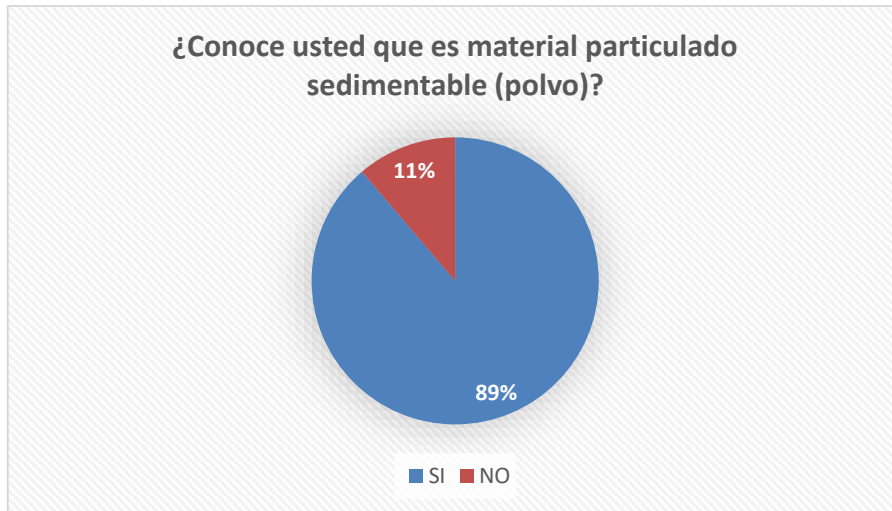


Figura 36. Conocimiento MPS
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 89% de los encuestados conoce acerca del material particulado sedimentable y el 11% restante no conoce sobre el tema.

4. ¿Conoce usted los efectos del material particulado sedimentable (polvo) sobre la salud de las personas?

TABLA 10. EFECTOS DEL MPS

| Si | No |
|-----|----|
| 150 | 19 |

Fuente: Cevallos (2022)

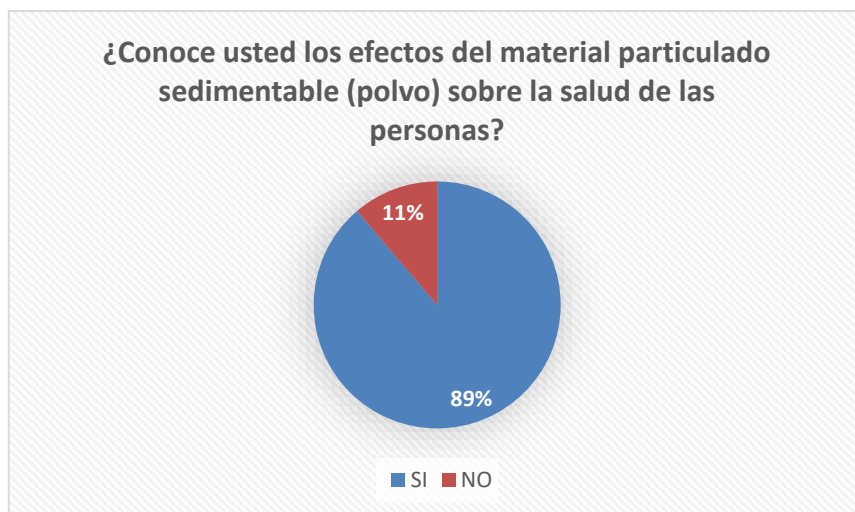


Figura 37. Efectos del MPS
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 89% de los encuestados conoce acerca de los efectos del material particulado sedimentable sobre la salud de las personas y el 11% restante no conoce sobre el tema.

5. ¿Cree usted que su salud se ha visto afectada por el material particulado sedimentable presente en el sector de la Av. Confraternidad de la ciudad de Pelileo?

TABLA 11. AFECTACIÓN SALUD DEL MPS

| Si | No |
|----|----|
| 96 | 73 |

Fuente: Cevallos (2022)

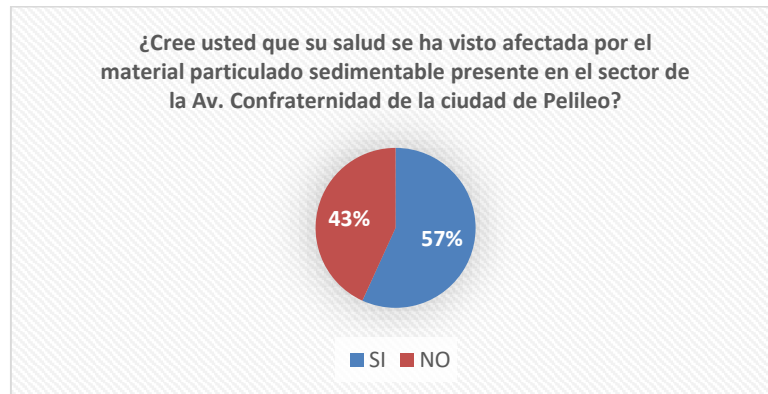


Figura 38. Afectación salud del MPS

Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 57% de los encuestados cree ser visto afectado su salud a causa del material particulado sedimentable mientras que el 43% cree lo contrario.

6. ¿De qué tipo fue el problema de salud que presentó?

TABLA 12. PROBLEMA DE SALUD

| Infecciones respiratorias | Dermatitis urticarias (picazón) | Irritación de la piel | Conjuntivitis | Alergias | Otras |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|----------|-------|
| 25 | 0 | 0 | 9 | 62 | 0 |

Fuente: Cevallos (2022)

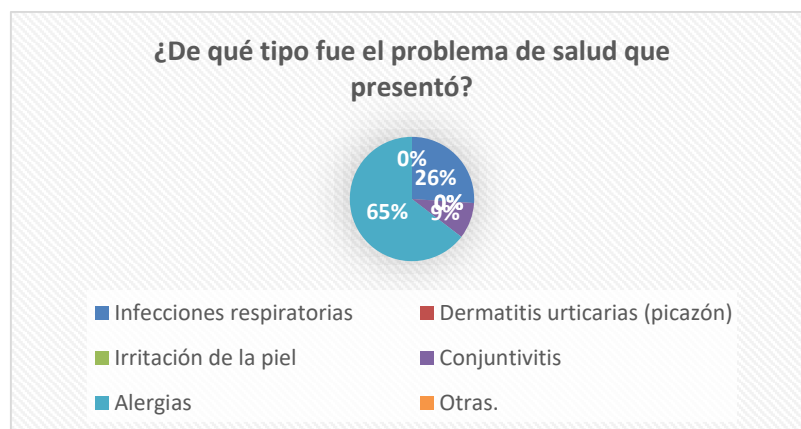


Figura 39. Problema de salud
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 65% de los encuestados el problema de salud que se han visto afectados fue por alergias, el 26% se ha visto afectada por infecciones respiratorias y el 9% por conjuntivitis.

7. ¿Considera usted que la percepción de la cantidad de polvo existente en su sector es?

TABLA 13. PERCEPCIÓN POLVO SECTOR

| Mayor que otros sectores del cantón Pelileo | Normal que otros sectores del cantón Pelileo | Menor que otros sectores del cantón Pelileo |
|---|--|---|
| 120 | 45 | 0 |

Fuente: Cevallos (2022)

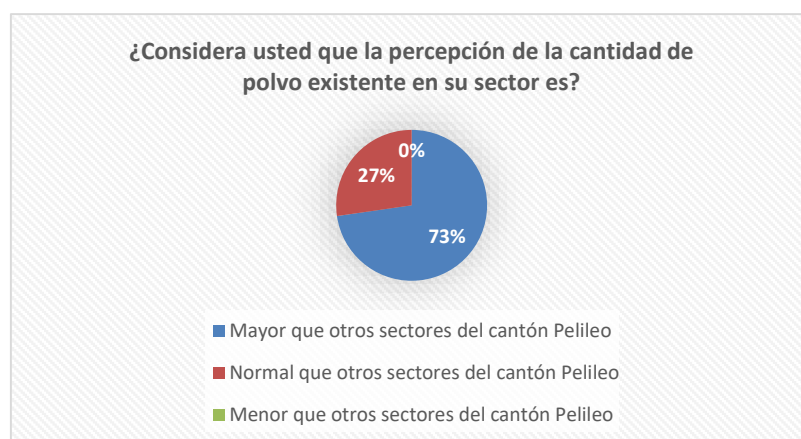


Figura 40. Percepción polvo sector
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 73% de los encuestados indica que la percepción de la cantidad de polvo en su sector es mayor que a los de las otras zonas del cantón Pelileo, mientras que el 27% indica que la cantidad de polvo es normal que al de las otras zonas del cantón Pelileo.

8. ¿A su criterio de donde proviene la generación de material particulado sedimentable presente en la calidad del aire del sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

TABLA 14. GENERACIÓN DEL MPS

| Industrial del sector | Circulación vehicular | Mal estado de las calles | Terrenos baldíos | Arreglo de las calles | Erupciones volcánicas |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 80 | 73 | 1 | 1 | 4 | 6 |

Fuente: Cevallos (2022)

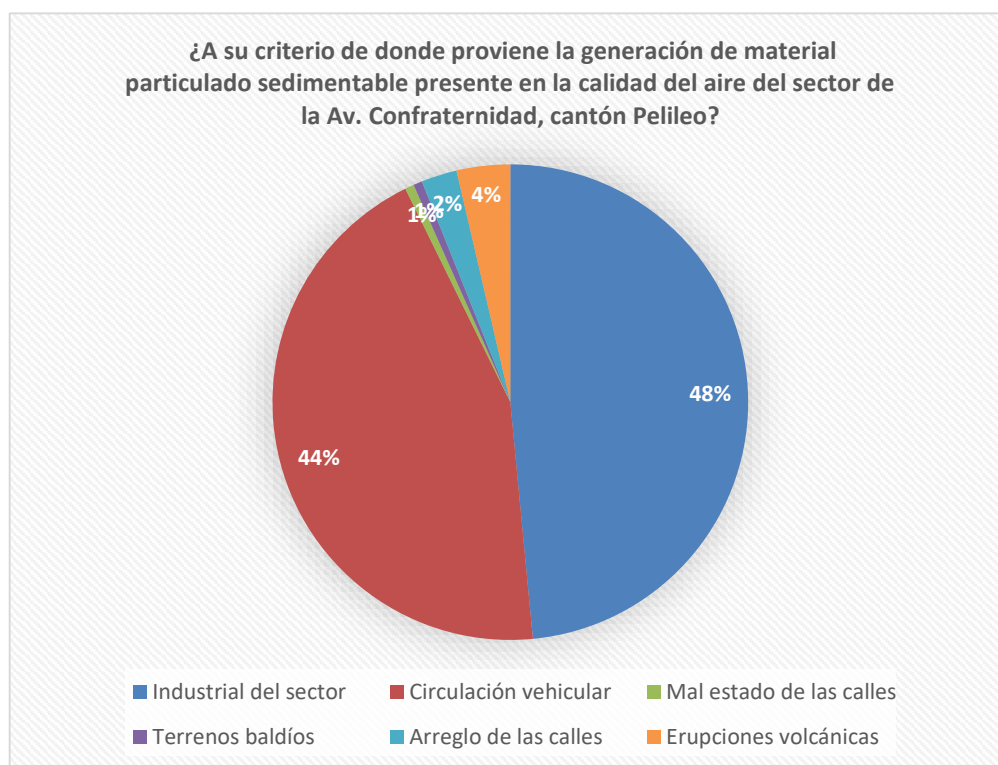


Figura 41. Generación del MPS

Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 48% de los encuestados indica que la generación del material particulado sedimentable proviene del sector industrial, el 44% indica que

proviene de la circulación vehicular, el 4% de erupciones volcánicas, el 2% por el arreglo de calles, el 1% de los terrenos baldíos y el 1% restante del mal estado de las calles.

9. ¿Usted se considera en riesgo por la contaminación del aire en el sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

TABLA 15. RIESGO CONTAMINACIÓN AIRE

| Si | No |
|----|----|
| 96 | 73 |

Fuente: Cevallos (2022)



Figura 42. Riesgo contaminación aire
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 88% de los encuestados considera que se encuentran en riesgo por la contaminación del aire en la Av. Confraternidad, mientras que el 12% no considera que su salud se encuentra en riesgo por la contaminación del aire.

10. ¿A usted que tanto le preocupa la calidad del aire ambiente del sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

TABLA 16. PREOCUPACIÓN CALIDAD DEL AIRE

| Me preocupa mucho | Me preocupa algo | Me preocupa poco |
|-------------------|------------------|------------------|
| 137 | 32 | 0 |

Fuente: Cevallos (2022)

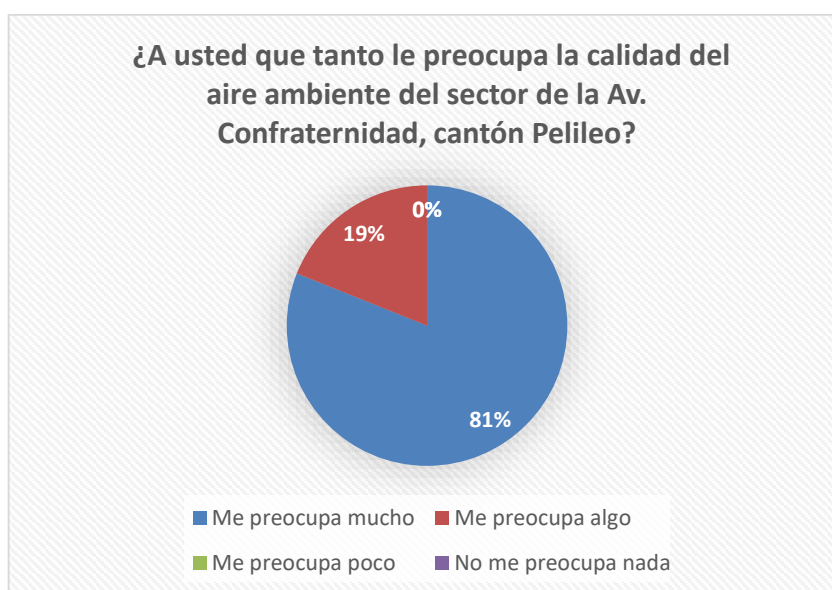


Figura 43. Preocupación calidad del aire

Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 81% de los encuestados considera estar preocupado mucho por la calidad del aire en el ambiente del sector de la Av. Confraternidad, el 19% considera que les preocupa en algo la calidad del aire en el ambiente del sector.

11. ¿Sabe usted si el cantón Pelileo cuenta con un plan para mejorar la calidad de aire ambiente?

TABLA 17. PLAN MEJORA CALIDAD DE AIRE

| Si | No |
|----|-----|
| 0 | 169 |

Fuente: Cevallos (2022)

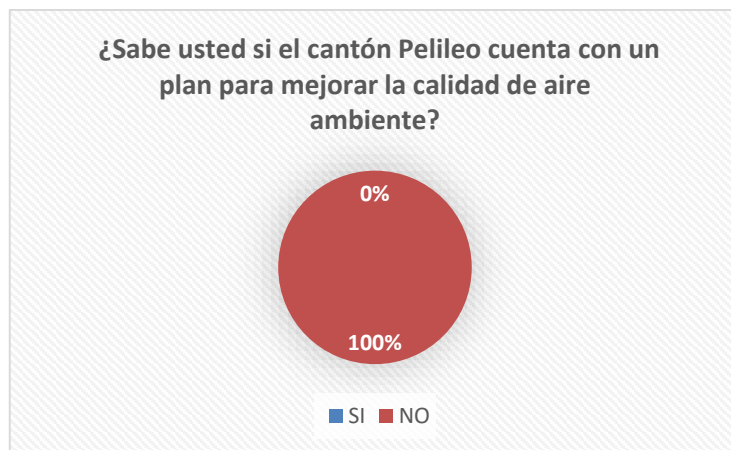


Figura 44. Plan mejora calidad de aire
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 100% de los encuestados desconoce que el cantón Pelileo cuente con un plan para mejorar la calidad de aire ambiente.

12. ¿En alguna ocasión usted ha presentado una queja o reclamo ante un ente público local o nacional, por la contaminación del aire ambiente del sector de la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo?

TABLA 18. QUEJA

| Si | No |
|----|-----|
| 12 | 157 |

Fuente: Cevallos (2022)



Figura 45. Queja
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 93% de los encuestados no ha presentado ninguna queja ante el ente público local o nacional por la contaminación del aire ambiente en el sector de la Av. Confraternidad mientras que el 7% de los encuestados si lo ha realizado.

13. ¿Consideraría usted que se deberían tomar mayores medidas para reducir la contaminación del aire ambiente en el sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

TABLA 19. MEDIDAS PARA REDUCIR

| Si | No |
|-----|----|
| 159 | 10 |

Fuente: Cevallos (2022)



Figura 46. Medidas para reducir
Fuente: Cevallos (2022)

Análisis: Se puede establecer que el 94% de los encuestados considera que se deberían tomar medidas para la reducción de la contaminación del aire ambiente en la Av. Confraternidad, mientras que el 6% no considera que se deberían tomar medidas para la reducción de la contaminación del aire en el sector.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos del trabajo de concentración de material particulado sedimentable para la determinación del grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad, cantón Pelileo, que se realizó mediante el uso del monitoreo pasivo de las nueve muestras durante el lapso de 30 días, se observa que en los sectores Redondel de Benítez, Lavandería y Tintorería Andersson Jeans y Lavandería y Tintorería Lavaclassic son aquellos que incumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud teniendo valores de 0,59, 0,51 y 0,52 mg/cm²/mes, mientras que para los puntos de Monitoreos restantes, los valores obtenidos son cercanos al límites máximos establecido de 0,5 mg/cm²/mes. En cuanto a los límites máximos permisibles establecidos por la Normativa Ambiental Vigente del Ecuador todos los nueve puntos cumplen con lo establecido en la norma.

Mediante el uso del microscopio electrónico de barrido se caracterizó de forma química y morfológica el material particulado sedimentable existente en la Av. Confraternidad, cantón Pelileo, lográndose detectar en las muestras la presencia de 18 elementos químicos, de los cuales los que tenían un alto contenido eran los elementos de: O, C, Si, Rb y N, los cuales son emitidas por diferentes fuentes antrópicas como de la combustión incompleta de vehículos automotores a diésel, materiales de la composición del suelo proveniente del polvo de los caminos y carreteras, que no se encuentran pavimentados, otras provenientes de campos agrícolas, procesos de construcción, catalizadores de los automóviles pesados y ligeros, que utilizan combustible tanto de tipo gasolina como diésel; y en menores cantidades de contenido se encontró elementos como: Mg, Se, Na, Zn, Ti, Cl y K.

En la caracterización de la morfología de las partículas sedimentables, predomina formas de tipo esféricas, elipses, redondeadas, cubos, irregulares, placas angulares y porosas de tamaños mayor a 10 µm, que indican que son de orígenes de procesos industriales o naturales, combustión y tránsito vehicular.

Se puede evidenciar que en la dispersión del material particulado sedimentable, durante el lapso de un mes, la mayor concentración es en el punto uno denominado Redondel de Benítez, debido a que en este sector existe un alto índice de tráfico vehicular, así como de industrias de alto impacto ambiental.

Finalmente, para conocer cómo se han visto afectados la salud de las personas que se encuentran en la Av. Confraternidad, se realizó una encuesta a 169 personas, se recalca que 97 personas fueron mujeres y 72 personas fueron hombres, la situación actual en su mayoría con el 87% habita en el sector por más de diez años. El 89% de la población conoce acerca del tema de material particulado sedimentable, así como los efectos que este genera sobre la salud de las personas.

El 96% de las personas mencionan que se han visto afectadas por el MPS existente y el tipo de problema en la salud más elevado fue alergias con el 62%. El 73% de la población manifiesta que la percepción de la cantidad de polvo existente es mayor que otros sectores del cantón Pelileo y que la generación del mismo según el 48% de la población es a causa del sector industrial, así como el 73% de los pobladores considera que se encuentran en riesgo por la contaminación del aire y el 81% de la población les preocupa la calidad del aire ambiente en la Av. Confraternidad.

A su vez tenemos que el 100% de la población desconoce si el cantón Pelileo cuenta con un plan para mejorar la calidad de aire ambiente, mientras que el 93% ha manifestado que no ha presentado ninguna queja hacia la autoridad competente. Sin embargo, el 94% de la población indica que las autoridades competentes deberían tomar medidas para reducir la contaminación del aire en el sector la Av. Confraternidad.

5.2. Recomendaciones

Es importante realizar este tipo de investigaciones ya que es necesario conocer la composición física y química de la partícula sedimentable para realizar un posible monitoreo de calidad de aire con equipos específicos en el sector analizado, surgiendo así convenios interinstitucionales competentes al tema.

Al ser los vehículos livianos y pesados una de las causas de mayor índice de concentración de material particulado sedimentable, es necesario implementar soluciones viables para reducir la contaminación del mismo, realizando mantenimientos continuos o sistemas de reducción de emisiones en los tubos de escape de los motores, en cuanto a las industrias de Lavanderías y Tintorerías de Jeans, estas deberían estar ubicadas dentro de una zona industrial para evitar riesgos tanto en la salud humana como en el ambiente, y así tener por parte de las autoridades competentes un mejor control ambiental.

El GADM de San Pedro de Pelileo como autoridad competente y responsable, deberá realizar una red de monitoreo de calidad de aire para el cantón, y posteriormente crear una ordenanza municipal en cuanto al control de la contaminación del aire, contribuyendo de ésta manera con la mejora de la calidad de aire ambiente del cantón, así como la salud de las personas.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2021). *Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés)*. EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
- Agency, E. P. (2021). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*. Particulate Matter (PM) Pollution. <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
- Agency, G. E. (2022). *Monitoring Air Pollution*. Ricardo Energy & Environment. <http://www.gibraltairquality.gi/air-quality/monitoring>
- Agriculture, E. and R. A. (2022). *Monitoring air pollution*. Northern Ireland Air Quality in Northern Ireland. <https://www.airqualityni.co.uk/air-quality/monitoring>
- Ambiente, M. del. (2015). *Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE*. Acuerdo N° 97/A - Norma de Calidad Del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión (Anexo 4, Libro VI de La Calidad Ambiental, Del Texto Unificado de La Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente). https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Carranza, J., Choque, K., Mallea, M., Rojas, A., & Valverde, S. (2021). *La incorporación del Material Particulado Sedimentable como parámetro en el ECA Aire para la evaluación ambiental* [Curso de extensión universitario]. [https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/153/Grupo Nro 4-Carranza J%3B Choque K%3B Mallea M%3B Rojas A%3B Valverde S.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/153/Grupo%20Nro%204-Carranza%20J%3B%20Choque%20K%3B%20Mallea%20M%3B%20Rojas%20A%3B%20Valverde%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chen, Y., Ma, Z., Ma, D., Zhang, Z., Li, W., Yang, F., Ji, Y., & Peng, T. (2021). Characteristics of the Coal Fines Produced from Low-Rank Coal Reservoirs and Their Wettability and Settleability in the Binchang Area, South Ordos Basin, China. *Hindawi*, 2021, 17. Advances in Enhancing Coalbed Methane and Shale Gas Recovery

- Durán, J., & Moscoso, L. (2018). *Análisis correlacional de datos de MP10 y partículas sedimentables, su composición fisicoquímica y mineralógica, ensedimentables, su composición fisicoquímica y mineralógica, en la zona norte de la ciudad de Bogotá zona norte de la ciudad de Bogotá* [Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1755&context=ing_ambiental_sanitaria
- Facts, G. (2022). *Air Pollution Particulate Matter*. GreenFacts Scientific Board. <https://www.greenfacts.org/en/particulate-matter-pm/level-2/01-presentation.htm>
- Gao, C., Jiabao, H., Jinxin, C., Shaoqing, Z., & Guoping, W. (2018). Impact of forest fires generated black carbon deposition fluxes in Great Hinggan Mountains (China). *Land Degradation and Development*, 29(7). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2837>
- García, G., & Rico, K. (2019). SENSORES DE BAJO COSTO PARA EL MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE. *CTS Epistemus*, 7. <https://epistemus.unison.mx/index.php/epistemus/article/download/108/83/258>
- Government, L. C. W. (2021). *Monitoring Methodologies*. Air Quality in Wales. <https://airquality.gov.wales/about-air-quality/monitoring/monitoring-methodologies>
- Hidalgo, L. (2020, May 6). Calidad del aire. *El Diario Ecuador*, 1. <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/519216-calidad-del-aire/>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.00014/full>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2020). *La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional*. Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. <https://www.ambiente.gob.ec/la-calidad-del-aire-de-las-ciudades-una-prioridad-nacional/>
- Moreno, A., Tejada, L., & Bustillo, C. (2021). Sources, characteristics, toxicity, and control of ultrafine particles: An overview. *Geoscience Frontiers*, 15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987121000116>

- Park, M., & Jang, M. (2018). Differential toxicities of fine particulate matters from various sources. *Scientificreports*, 8, 11. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35398-0.pdf>
- Prince, U., Ugochukwu, E., & Chibuzo, O. (2020). Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. *ScienceDirect*, 10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128190012000218>
- Salud, O. P. de la. (2021). *Calidad del aire*. OPS. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- Salud, Organizacion Mundial de la. (2021). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. OMS. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Salud, Organización Mundial de la. (2021). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*. Organización Mundial de La Salud. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santillán, P., Rodríguez, M., Orozco, J., Ríos, I., & Bayas, K. (2021). Evaluación de la concentración y distribución espacial de material particulado en los campus de la UNACH-Riobamba. *Novasineria*, 16. <https://novasineria.unach.edu.ec/index.php/novasineria/article/view/232/250>
- Smith, D. (2020). *The Three Types of Particulate Matter: All About PM10, PM2.5, and PM0.1*. Kaiterra. <https://learn.kaiterra.com/en/resources/three-types-of-particulate-matter>
- Ulate, A., & Vargas, C. (2018). CONTROL DE POLVO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS. *PITRA-LanammeUCR*, 9, 10. https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1049/Boletín_06-2018_Control_de_polvo_en_caminos_no_pavimentados.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Unidos, A. de P. A. de E. (2021). *Información básica sobre el mercurio*. EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El Mg se encuentra los catalizadores y polvo suspendido a causa de la actividad vehicular, como también puede provenir de la actividad volcánica, procesos industriales, entre otros.

World Health Organization. (2021). *Air pollution*. World Health Organization.
https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2

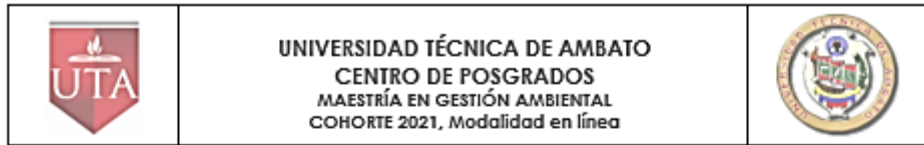
5.4. ANEXOS

ANEXO I

LISTA DE CHEQUEO

| FECHA | SITIO DE MONITOREO | RESPONSABLE | HORA |
|--------------|---|--------------------|-------------|
| 30-11-2021 | Redondel de Benítez | Jennyfer Cevallos | 14:00 |
| 30-11-2021 | Mecánica - Entrada comunidad Sanjaloma Bajo | Jennyfer Cevallos | 14:15 |
| 30-11-2021 | Salsaka Centro | Jennyfer Cevallos | 14:30 |
| 30-11-2021 | Redondel vía Pelileo | Jennyfer Cevallos | 14:45 |
| 30-11-2021 | Lavandería y Tintorería Andersson Jeans | Jennyfer Cevallos | 15:00 |
| 30-11-2021 | Lavandería y Tintorería Lavaclassic | Jennyfer Cevallos | 15:15 |
| 30-11-2021 | Lavandería y Tintorería Jhosep Color | Jennyfer Cevallos | 15:30 |
| 30-11-2021 | Banco del Pichincha | Jennyfer Cevallos | 15:45 |
| 30-11-2021 | Vía Baños, Vía Patate | Jennyfer Cevallos | 16:00 |

ANEXO II ENCUESTA AMBIENTAL



ENCUESTA AMBIENTAL CON FINES ACADÉMICOS

Proyecto de Investigación.

CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE AIRE EN LA AV. CONFRATERNIDAD, CANTÓN PELILEO

Objetivo.

Conocer las opiniones de los pobladores que se encuentran en la Av. Confraternidad del Cantón Pelileo, con respecto a la contaminación del aire.

Dirigido a.

A los pobladores de la Av. Confraternidad, del cantón Pelileo.

Instrucciones:

- Leer detenidamente y seleccionar con una X la alternativa según su criterio.

Apellidos y nombres: _____

Fecha: _____

Edad: _____

1. ¿Cuál es su género?

Hombre

Mujer

2. ¿Cuál es su situación actual en el sector de la Av. Confraternidad de la ciudad de Pelileo?

Vive Cuanto tiempo

| | | | | | |
|----------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|----------------------|
| Trabaja | <input type="text"/> | Cuantas horas | <input type="text"/> | Dias a la semana | <input type="text"/> |
| Pernocta | <input type="text"/> | Cuantas horas | <input type="text"/> | Dias a la semana | <input type="text"/> |

3. ¿Conoce usted que es **material particulado sedimentable (polvo)**?

| | |
|----|----------------------|
| Si | <input type="text"/> |
| No | <input type="text"/> |

4. ¿Conoce usted los efectos del **material particulado sedimentable (polvo)** sobre la salud de las personas?

| | |
|----|----------------------|
| Si | <input type="text"/> |
| No | <input type="text"/> |

5. ¿Cree usted que su salud se ha visto afectada por el **material particulado sedimentable** presente en el sector de la **Av. Confraternidad** de la ciudad de Pelileo?

| | |
|----|----------------------|
| Si | <input type="text"/> |
| No | <input type="text"/> |

6. ¿De qué tipo fue el problema de salud que presentó?

| | |
|---------------------------------|----------------------|
| Infecciones respiratorias | <input type="text"/> |
| Dermatitis urticarias (picazón) | <input type="text"/> |
| Irritación de la piel | <input type="text"/> |
| Conjuntivitis | <input type="text"/> |
| Alergias | <input type="text"/> |
| Otras. | <input type="text"/> |

7. ¿Considera usted que la percepción de la cantidad de polvo existente en su sector es?

| | |
|--|--------------------------|
| Mayor que otros sectores del cantón Pelileo | <input type="checkbox"/> |
| Normal que otros sectores del cantón Pelileo | <input type="checkbox"/> |
| Menor que otros sectores del cantón Pelileo | <input type="checkbox"/> |

8. ¿A su criterio de donde proviene la generación de material particulado sedimentable presente en la calidad del aire del sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Industrial del sector | <input type="checkbox"/> |
| Circulación vehicular | <input type="checkbox"/> |
| Mal estado de las calles | <input type="checkbox"/> |
| Terrenos baldíos | <input type="checkbox"/> |
| Arreglo de las calles | <input type="checkbox"/> |
| Erupciones volcánicas | <input type="checkbox"/> |

9. ¿Usted se considera en riesgo por la contaminación del aire en el sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

| | |
|----|--------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |

10. ¿A usted que tanto le preocupa la calidad del aire ambiente del sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Me preocupa mucho | <input type="checkbox"/> |
| Me preocupa algo | <input type="checkbox"/> |
| Me preocupa poco | <input type="checkbox"/> |

No me preocupa nada

11. **¿Sabe usted si el cantón Pelileo cuenta con un plan para mejorar la calidad de aire ambiente?**

Si
No

12. **¿En alguna ocasión usted ha presentado una queja o reclamo ante un ente público local o nacional, por la contaminación del aire ambiente del sector de la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo?**

Si
No

13. **¿Consideraría usted que se deberían tomar mayores medidas para reducir la contaminación del aire ambiente en el sector de la Av. Confraternidad, cantón Pelileo?**

Si
No

Gracias por su colaboración!!!!

ANEXO III

VALIDACIONES DE LAS ENCUESTAS POR INTERMEDIO DE PROFESIONALES AFINES A LA MATERIA



Apellidos y nombres del experto: Molina Betancourt Amado Camilo.

Grado Académico: Ing. Quim. Magister.

Cargo o institución donde labora: Responsable del Departamento de Gestión Ambiental de SODERAL S.A.

Título de la investigación: Concentración de Material Particulado Sedimentable para la determinación del grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo.

Autor del instrumento: Ing. Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla.

Nombre del Instrumento: Encuesta

| INDICADOR | CRITERIO CUALITATIVO/CUANTITATIVO | Deficiente 1 | Regular 2 | Bueno 3 | Muy bueno 4 | Excelente 5 |
|--------------|---|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| CLARIDAD | Lenguaje apropiado | | | | | x |
| OBJETIVIDAD | Expresa conductas observables | | | | | x |
| ACTUALIDAD | Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | | | | | x |
| ORGANIZACIÓN | Existe organización lógica | | | | | x |
| SUFICIENCIA | Comprende aspectos de cantidad y calidad | | | | | x |
| COHERENCIA | Entre los índices indicadores dimensiones y variables | | | | | x |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito del estudio | | | | | x |
| CONVENIENCIA | Genera nuevas pautas de investigación | | | | | x |

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 5/5

VALORACION CUALITATIVA: Excelente.

OPCIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable.

Atentamente:

Ing. Camilo Molina Betancourt. M.Sc.
Representante Dirección Ambiental
SODERAL S.A.
C.I.: 0907596019


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CENTRO DE POSGRADOS
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres del experto: Ing. Sergio Christian Rodríguez Portes.

Grado Académico: Magister.

Cargo o institución donde labora: Gerente General de IPSOMARY S.A.

Título de la investigación: Concentración de Material Particulado Sedimentable para la determinación del grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo.

Autor del instrumento: Ing. Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla.

Nombre del instrumento: Encuesta

| INDICADOR | CRITERIO CUALITATIVO/CUANTITATIVO | Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|--------------|---|------------|---------|-------|--------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| CLARIDAD | Lenguaje apropiado | | | | | 5 |
| OBJETIVIDAD | Expresa conductas observables | | | | | 5 |
| ACTUALIDAD | Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | | | | | 5 |
| ORGANIZACIÓN | Existe organización lógica | | | | | 5 |
| SUFICIENCIA | Comprende aspectos de cantidad y calidad | | | | | 5 |
| COHERENCIA | Entre los índices indicadores dimensiones y variables | | | | | 5 |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito del estudio | | | | | 5 |
| CONVENIENCIA | Genera nuevas pautas de investigación | | | | | 5 |

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 5/5

VALORACIÓN CUALITATIVA: Excelente.

OPCIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable.

Atentamente:



FIRMADO ALGORITMO HASH SHA-256
**SERGIO CHRISTIAN
 RODRIGUEZ PORTES**

Ing. Sergio Christian Rodríguez Portes M.Sc.
 Gerente General de IPSOMARY S.A.
 C.I.: 0916342165


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CENTRO DE POSGRADOS
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres del experto: Lcda. Daniela Alexandra Rosero Freire.

Grado Académico: Magister.

Cargo o institución donde labora: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Título de la investigación: Concentración de Material Particulado Sedimentable para la determinación del grado de contaminación de aire en la Av. Confraternidad, Cantón Pelileo.

Autor del instrumento: Ing. Jennyfer Cristina Cevallos Bonilla.

Nombre del Instrumento: Encuesta

| INDICADOR | CRITERIO CUALITATIVO/CUANTITATIVO | Deficiente 1 | Regular 2 | Bueno 3 | Muy bueno 4 | Excelente 5 |
|--------------|---|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| CLARIDAD | Lenguaje apropiado | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Expresa conductas observables | | | | | X |
| ACTUALIDAD | Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | | | | | X |
| ORGANIZACIÓN | Existe organización lógica | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Comprende aspectos de cantidad y calidad | | | | | X |
| COHERENCIA | Entre los índices indicadores dimensiones y variables | | | | | X |
| METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito del estudio | | | | | X |
| CONVENIENCIA | Genera nuevas pautas de investigación | | | | | X |

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 5/5

VALORACION CUALITATIVA: Excelente.

OPCIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable.

Atentamente:



Lcda. Daniela Alexandra Rosero Freire M.Sc.
 Docente Universitaria
 C.I.: 1804152658

Outlook

Mensaje nuevo

Eliminar Archivo No deseado Limpiar Mover a Categorizar Posponer

VALIDACION ENCUESTA MAESTRIA GESTION AMBIENTAL - UTA: ING. JENNYFER CEVALLOS

CM Camilo Molina <cmolina@soderal.com.ec> Mar 29/3/2022 20:58
Para: Usted

Validación Ing. Amado Camilo Molina

Saludos.

Le reenvio el nuevo documento.

Saludos.

Ing. Camilo Molina B.

Gracias. Muchas gracias. Recibido, gracias.

¿Las sugerencias anteriores son útiles? Si No

Responder Reenviar

JC jennyfer cevallos Mar 29/3/2022 18:10
Buenas tardes por un error involuntario me equivoque en el título de facultad, por favor...

CM Camilo Molina <cmolina@soderal.com.ec> Mar 29/3/2022 16:39
Para: Usted
CC: Jorge_choez_p@hotmail.com

4. Validación Ing. Amado Camilo Molina

Estimada Jennyfer, cordiales saludos

Extiendo mis felicitaciones por elegir un tema muy importante y cuya investigación será muy valiosa para la comunidad.

La metodología utilizada es coherente con el objetivo que se quiere lograr, ayudando al levantamiento cualitativo de la información mediante la encuesta.

Considera:
Valoración cuantitativa de la encuesta 5/5
Valoración cualitativa: Excelente.
Aplicable.

Atte.

Ing. Quím. Camilo Molina B. MSc.
Representante Dirección Ambiental
SODERAL S.A
www.soderal.com.ec

JC jennyfer cevallos Mar 29/3/2022 15:01
Buenos días estimado Ing. Amado Camilo Molina Belancour, por medio de la presente ...

Actualizar a Microsoft

Outlook

Mensaje nuevo

Eliminar Archivo No deseado Limpiar Mover a Categorizar Posponer

Buscar Reunirse ahora

VALIDACION ENCUESTA MAESTRIA GESTION AMBIENTAL - UTA: ING. JENNYFER CEVALLOS

Rosero Freire Daniela Alexandra <da.rosero@uta.edu.ec>
Mar 29/3/2022 20:29
Para: Usted

4. Validación Lda. Daniela ...
24/08

De: jennyfer cevallos <jennyfercevallos1994@hotmail.com>
Enviado: martes, 29 de marzo de 2022 13:08
Para: Rosero Freire Daniela Alexandra <da.rosero@uta.edu.ec>
Asunto: RE: VALIDACION ENCUESTA MAESTRIA GESTION AMBIENTAL - UTA: ING. JENNYFER CEVALLOS

No suele recibir correo electrónico de jennyfercevallos1994@hotmail.com. Por qué esto es importante

Responder Reenviar

JC jennyfer cevallos
Buenas tardes por un error involuntario me equivoque en el título de facultad, por favor... Mar 29/3/2022 18:09

R Rosero Freire Daniela Alexandra <da.rosero@uta.edu.ec>
Mar 29/3/2022 15:49
Para: Usted

4. Validación Lda. Daniela ...
24/08

Buen día estimada,

Adjunto validación de encuesta.

Saludos,

Lda. Daniela Rosero MSc.

De: jennyfer cevallos <jennyfercevallos1994@hotmail.com>
Enviado: martes, 29 de marzo de 2022 10:14
Para: Rosero Freire Daniela Alexandra <da.rosero@uta.edu.ec>
Cc: Jorge Choez P. <jorge_choez_p@hotmail.com>
Asunto: VALIDACION ENCUESTA MAESTRIA GESTION AMBIENTAL - UTA: ING. JENNYFER CEVALLOS

No suele recibir correo electrónico de jennyfercevallos1994@hotmail.com. Por qué esto es importante

JC jennyfer cevallos
Buenos días estimada Lda. Daniela Alexandra Rosero Freire, por medio de la presente ... Mar 29/3/2022 15:14

Outlook

Buscar

Reunirse ahora

Eliminar Archivado No deseado Limpiar Mover a Categorizar Posponer

Mensaje nuevo

Favoritos

Carpetas

Bandeja de entr...

Correo no desea...

Borradores

Elementos envia...

Elementos eli... 6

Archivo

Notas

Historial de conv...

Carpeta nueva

Grupos

Tu familia

Nuevo grupo

VALIDACION ENCUESTA MAESTRIA GESTION AMBIENTAL - UTA: ING. JENNYFER CEVALLOS

Mensaje enviado con importancia Alta.

SA SERVICIOS AMBIENTALES <serviciosambientales@ipsomary.com> Mar 29/3/2022 18:17

Para: Usted

CC: jorge_choez_p@hotmail.com


4. Validación Ing. Sergio Chr... 26 KB

Estimada Jennyfer,

Buenas tardes, en virtud de lo solicitado adjunto documento firmado por el Ing. Sergio Rodríguez P.

Cualquier inquietud, estamos a la orden.

Saludos cordiales y un excelente día,

 Carol Anchundia
Administradora
Calle 29 de Junio No. 1, Solar 8
+591 (041) 6013531 / 3013532 / 2691184
601 504
0995462937 serviciosambientales@ipsomary.com
www.ipsomary.com

Muchas gracias. Gracias. Buenos días, confirmo la recepción.

¿Las sugerencias anteriores son útiles? Sí No

Responder Responder a todos Reenviar

jennyfer cevallos Mar 29/3/2022 15:07

Para: serviciosambientales@ipsomary.com

CC: jorge_choez_p@hotmail.com

2. Encuesta Ing. Jennyfer Ce... 10 KB

3. Solicitud de Validación de... 22 KB

4 archivos adjuntos (401 KB) Guardar todo en OneDrive Descargar todo

Buenos días estimado Ing. Sergio Christian Rodríguez Portes, por medio de la presente me dirijo a usted para solicitarle de la manera más comedida me ayude con la validación de las preguntas de mi encuesta para mi trabajo de titulación de maestría, adjunto en el presente correo mi encuesta, mi solicitud de validación, mi plan de título aprobada por la UTA y un ejemplo de validación por parte suya, de ante mano mis más sinceros agradecimientos, estoy en la espera de cualquier novedad, muchas gracias.

Atentamente,
Ing. Jennyfer Cevallos
Maestrante

ANEXO V
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ENCUESTAS

