



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE ECOLOGÍA E INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE TESIS:

“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO
SEDIMENTABLE (PAS) Y SU INCIDENCIA EN LAS INFECCIONES
RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS) EN LOS DISTRITOS DE IQUITOS Y
PUNCHANA 2018”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORA : BACH. PINEDO LEGUIA, DENISSE

ASESOR : ING. ANIBAL LÓPEZ PEÑA, M.Sc

COASESOR : ING. ALEJANDRO RIOS PANDURO

SAN JUAN - LORETO - MAYNAS - PERÚ 2023

DEDICATORIA

A DIOS

En primer lugar, a él porque es el único capaz de hacer que lo imposible se vuelva posible, gracias cuidarme y guiarme en las decisiones más importantes que tomo en mi vida; gracias señor por permitir hacer lo que más me gusta día a día.

A MIS SERES QUERIDOS

A mi madre Luz Marina Leguia, mi padre Victor Manuel Pinedo, a mi abuela Angela Valdivia y a mi novio el Ing. Alejandro Rios, gracias por el cariño, apoyo y la atenciones que siempre me brindaron y hasta ahora me lo dan, todo esto es para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis metas, por motivarme y darme la mano cuando lo necesitaba y sentía que el camino se me desmoronaba y no permitieron que me rinda, a ustedes por siempre mi corazón, mi amor eterno y mi agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

A los profesionales del Servicio Nacional de Meteorología Hidrología del Perú

Por ser las personas más amables y por abrirme las puertas en la Institución del Servicio Nacional de Meteorología Hidrología del Perú - SENAMHI Dz08-Loreto, para realizar mis practicas preprofesionales y recogiendo, ampliando el aprendizaje de nuevas cosas en el enfoque científico y de investigación en nuestra Amazonía.

Gracias Ing. Marco Paredes, Ing. Anibal Lopez, Lic. Jorge Kahn, Asist. Secr. Noemi Gordon

A mi Asesor

El Ing. Anibal López Peña por estar incentivándome continuamente con la presente investigación y formar parte de mi desarrollo profesional; sobre todo de darse tiempo dentro de su ajetreada agenda en revisar mi investigación y contribuir con las ideas para implementarlo.

A mi Coasesor

Al Ing. Alejandro Rios Panduro por el apoyo incondicional que tuvo ante mi persona y por ser parte de este gran reto que me trace en mi vida profesional; también por tenerme la paciencia cada vez que las ideas se me

iban, sobre todo de darse tiempo dentro de su ajetreada agenda en revisar mi investigación y contribuir con las ideas para implementarlo.

A mis catedráticos de la Universidad Científica del Perú

Por ser críticos en las acciones y el trabajo académico encomendado hacia los estudiantes a su cargo, por haber entregado un poco de sus conocimientos durante el aprendizaje, forjarme con expectativa y convicción.



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El Vicerrector de Investigación e Innovación
de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLVO
ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS) Y SU INCIDENCIA EN LAS
INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS) EN LOS DISTRITOS
DE IQUITOS Y PUNCHANA 2018"**

De la alumna: **DENISSE PINEDO LEGUIA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 01 de Junio del 2023.

Dr. Alvaro Tresierra Ayala
VICERRECTOR DE INV. E INNOVACIÓN-UCP

CIRA/ri-a
186-2023



Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5



(065) 261088



www.ucp.edu.pe

Document Information

Analyzed document	UCP_ingenieríaAmbientaL_2023_Tesis_DenissePinedo_V1.pdf (D169141823)
Submitted	2023-05-31 16:10:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	1A_Paredes Guerrero Katherine Lissett_Título Profesional_2020 (1).docx Document 1A_Paredes Guerrero Katherin!: Lissett_Título Profesional_2020 (1).docx (D86985846)	4
SA	T1_TESIS_JARA.docx Document T1_TESIS_JARA.docx (D103194851)	13
SA	Sergio Dávila_Tesis_(Contraseña _ DAVILA).docx Document Sergio Dávila_Tesis_(Contraseña _ DAVILA).docx (D152913522)	5
SA	GuerraGutty_Tesis Segunda Revisión.docx Document GuerraGutty_Tesis Segunda Revisión.docx (D147533340)	10
SA	EF_TALLER DE TESIS 2_ GUERRALLANOSLILYANNLIZETH_GUTTYDELACRUZROSISELYprev (2).docx Document EF_TALLER DE TESIS 2_ GUERRALLANOSLILYANNLIZETH_GUTTYDELACRUZROSISELYprev (2).docx (D11989624€)	1
SA	Gisella Yazmin Merino Jiemenez-Tarea 9-Monitoreo ambiental de la calidad del aire.pdf Document Gisella Yazmin Merino Jiemenez-Tarea 9-Monitoreo ambiental de la calidad del aire.pdf (D142118376)	8
SA	TESIS TERMINADA.docx Document TESIS TERMINADA.docx (D11520203)	1
SA	1A-Angulo_Paz_Carlos_Título_Profesional_2018.docx Document 1A-Angulo_Paz_Carlos_Título_Profesional_2018.docx (D39025574)	1
W	URL: https://diferencias.eu/entre-adsorcion-y-absorcion/ Fetched: 2023-05-31 16:11:00	1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ecologia_2022_Tesis_Nollie_Gonzales_V1.pdf Document UCP_ecologia_2022_Tesis_Nollie_Gonzales_V1.pdf (D146147792) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com	1
SA	1A - ROJAS ALCEDO RENKINS KENYON - TITULO PROFESIONAL - 2023.docx Document 1A - ROJAS ALCEDO RENKINS KENYON - TITULO PROFESIONAL - 2023.docx (D157761774)	1

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 176-2018-UCP-FCEI del 17 de abril del 2018, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra. Presidente
- Ing. Marco Antonio Paredes Riveros, M.Sc. Miembro
- Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc. Miembro

Como Asesor: Ing. Aníbal López Peña, M.Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las **07:30 pm** del día **08 de setiembre del 2023**, supervisado por la Secretaria Académica del Programa Académico de Ingeniería de Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE POLVO ATMOSTFERICO SEDIMENTABLE (PAS) Y SU INCIDENCIA EN LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS) EN LOS DISTRITOS DE IQUITOS Y PUNCHANA, 2018"**,

Presentado por los sustentantes: **DENISSE PINEDO LEGUIA**

Como requisito para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

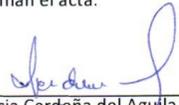
Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las mismas que fueron:

Abzuelto

El Jurado, después de la deliberación en privado, llegó a la siguiente conclusión:

que la sustentación *es Aprobada por mayoría*

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.


Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.
Presidente


Ing. Marco Antonio Paredes Riveros, M.Sc.
Miembro


Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc..
Miembro

Contáctanos:

Iquitos - Perú
. 065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

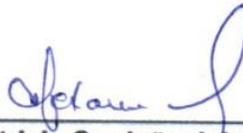
Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

TESISTA DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL:

DENISSE PINEDO LEGUIA

Tesis sustentada en acto público el día 08 de septiembre del 2023 a las 19:30 horas.



**Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.
Presidente de jurado**



**Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, M.Sc.
Miembro de jurado**



**Ing. Marco Antonio Paredes Riveros, M.Sc.
Miembro de jurado**



**Ing. Anibal López Peña, M.Sc.
Asesor**

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD.....	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	VI
ACTA DE APROBACIÓN	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
Capítulo I: Marco Teórico.....	18
1.1. Antecedentes de Estudio.....	18
1.1.1. Antecedente Internacional.....	18
1.1.2. Antecedente Nacional.....	21
1.1.3. Antecedente Local	23
1.2. Bases Teóricas	23
1.2.1. Normativa para Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)	24
1.2.2. Ecosistema urbano	25
1.2.3. Contaminación atmosférica y su efecto sobre la salud	25
1.2.3.1. Efecto en la salud humana del Material Particulado (PM)	
27	
1.2.4. Métodos de medición de contaminantes en la calidad del	
aire	28
1.2.4.1. Método Pasivo de Muestreo de Partículas.....	29
1.2.4.1.1. Métodos de placa receptoras	30

1.2.4.1.1.1. Método Gravimétrico	30
1.2.4.2. Muestreo con Bioindicadores	31
1.2.4.3. Muestreo activo	32
1.2.4.4. Muestreo automático	32
1.2.4.5. Método óptico de percepción remota.....	34
1.3. Definición De Términos Básicos	34
1.3.1. Absorción	34
1.3.2. Adsorción	35
1.3.3. Aire Limpio	35
1.3.4. Atmósfera	35
1.3.5. Calidad de Aire	36
1.3.6. Concentración	36
1.3.7. Contaminación	36
1.3.7.1. Contaminantes Primarios.....	37
1.3.7.2. Contaminantes Secundarios.....	37
1.3.8. Contaminación Atmosférica	37
1.3.9. Dispersión de los Contaminantes	37
1.3.9.1. Niveles de Emisión	38
1.3.9.2. Niveles de Inmisión	38
1.3.10. Estación de Monitoreo.....	38
1.3.11. Estación de Muestreo	38
1.3.12. Fuente de Contaminantes Atmosféricos	38
1.3.12.1. Fuentes Fijas	39
1.3.12.1.1. Fuentes Puntuales.....	39
1.3.12.1.2. Fuentes de Área.....	39
1.3.12.1.3. Fuentes Naturales.....	39
1.3.12.2. Fuentes Móviles	40
1.3.13. Indicador PM 10	40
1.3.14. Indicador PM 2.5	40
1.3.15. Indicador PM 0.1	41

1.3.16.	Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s)	41
1.3.16.1.	Infecciones Respiratorias Agudas (Altas).....	41
1.3.16.2.	Infecciones Respiratorias Agudas (Bajas)	41
1.3.17.	Monitoreo	42
Capítulo II: Planteamiento del Problema		44
2.1.	Descripción del Problema.....	44
2.2.	Formulación del Problema.....	45
2.2.1.	Problema General.....	45
2.2.2.	Problemas Específicos	45
2.3.	Objetivos	46
2.3.1.	Objetivo General.....	46
2.3.2.	Objetivos Específicos	46
2.4.	Hipótesis	46
2.5.	Variables, Indicadores e Índices.....	47
2.5.1.	Variable Independiente	47
2.5.2.	Variable Dependiente	47
Capítulo III: Metodología		48
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación	48
3.2.	Población y Muestra.....	48
3.2.1.	Población.....	48
3.2.2.	Muestra	48
3.3.	Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos	49
3.3.1.	Técnica de Recolección de Datos	49
3.3.1.1.	Método Gravimétrico de Análisis de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)	49

3.3.2. Instrumentos y Equipos para Recolección de Datos	51
3.3.2.1. Instrumentos	51
3.3.2.1.1. Estructura Metálica.....	51
3.3.2.1.2. Ficha de Apuntes.....	51
3.3.2.1.3. Placa de Vidrio.....	51
3.3.2.1.4. Caja de Madera para Placas de Vidrio.....	51
3.3.2.1.5. Vaselina Industrial.....	52
3.3.2.1.6. Tablero Manual de Madera.....	52
3.3.2.1.7. Utensilios (Lapicero, Lápiz y Corrector)	52
3.3.2.1.8. Escalera de Madera	52
3.3.2.1.9. Kit de Seguridad (Arnés Corporal, Guantes y Casco)	52
3.3.2.1.10. Bata de Laboratorio.....	52
3.3.2.2. Equipos	53
3.3.2.2.1. Balanza analítica Sartorius CP324S	53
3.3.2.2.2. GPS map 62S marca GARMIN	53
3.3.2.2.3. Laptop HP Pavilion	53
3.3.2.3. Programas	53
3.3.2.3.1. Microsoft Office 2016	53
3.3.2.3.2. Surfer 10.....	54
3.3.2.3.3. Navegador Google Chrome	54
3.3.2.3.4. Google Earth Pro	54
3.3.2.3.5. ArcGis 10.8.....	54
3.3.2.4. Vehículo de transporte	54
3.3.2.4.1. Motocicleta.....	54
3.3.2.4.2. Automóvil.....	54
3.4. Procedimientos de Recolección de Datos	55
3.4.1. Reconocimiento del Área	55
3.4.2. Determinación de las Estaciones de Muestreo	55
3.4.3. Georreferencia de las Estaciones de Muestreo	57
3.4.4. Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).....	57

3.4.4.1. Método de Muestreo	57
3.4.4.2. Diagrama de flujo de muestreo de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)	58
3.4.5. Procesamiento de Datos y Análisis Estadísticos:	58
Capítulo IV. Resultados.....	59
4.1. Estimar y medir los niveles de variación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en los distritos Iquitos y Punchana	59
4.2. Determinar la relación de las infecciones respiratorias agudas y el polvo atmosférico sedimentable en los distritos de Iquitos y Punchana	73
Capítulo V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones.....	77
5.1. Discusión	77
5.2. Conclusión.....	79
5.3. Recomendación	80
Referencias Bibliográficas.....	81
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	86
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límite Máximo Permissible (LMP) sobre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) para diferentes métodos de muestreo	24
Tabla 2: Sustancias Contaminantes y Efectos Sobre la Salud	26
Tabla 3: Tamaño de partículas y su descripción	43
Tabla 4: Referencia de Puntos de Control de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)	56
Tabla 5: Cuadro comparativo de resultados mensuales y Límite Máximo Permissible (LMP)	59
Tabla 6: Cuadro comparativo de la cantidad promedio de Polvo Atmosférico (PAS) y Personas con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) por meses y distritos	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Enero - 2018	61
Gráfico 2: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Febrero - 2018.....	63
Gráfico 3: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Marzo – 2018	64
Gráfico 4: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Abril - 2018.....	66
Gráfico 5: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Mayo – 2018	67
Gráfico 6: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Junio - 2018	69
Gráfico 7: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Julio - 2018.....	71
Gráfico 8: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Agosto – 2018	72
Gráfico 9: Relación espuria de los datos analizados de la cantidad promedio de PAS Vs IRA´s	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de enero - 2018	62
Figura 2: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de febrero - 2018	63
Figura 3: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de marzo - 2018	65
Figura 4: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de abril - 2018.....	66
Figura 5: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de mayo - 2018.....	68
Figura 6: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de junio - 2018.....	70
Figura 7: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de julio - 2018	71
Figura 8: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de agosto - 2018.....	73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos estimar y medir los niveles de variación de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y determinar la relación existente con las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en los distritos de Iquitos y Punchana, utilizando la metodología de placas receptoras en 7 puntos de muestreo (4 en Iquitos y 3 en Punchana) y la comparación de lo obtenido en los resultados mensuales (8 Meses: Enero – Agosto 2018) con los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en los mismos meses; teniendo como resultados, el sobrepaso de la norma establecida por la Organización Mundial de salud (OMS), siendo el mismo dato para los Límites Máximos Permisibles (LMP) de 5 t/Km²/30 días, obteniendo como valor mínimo de la investigación a 5.27 t/Km²/30 días ubicado en la Estación de Muestreo (EM3), y como valor máximo a 54.83 t/Km²/30 días ubicado en la Estación de Muestreo (EM1), ambos pertenecientes al distrito de Punchana y mes de enero, en cuanto a la relación con las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) no es significativa estadísticamente hablando, presentándose una relación espuria, reflejando que su aparente relación se debe a la existencia de terceros factores no contemplados en la presente investigación.

Palabras Claves: Polvo Atmosférico Sedimentable, Infecciones Respiratorias Agudas, Iquitos y Punchana.

ABSTRACT

The objectives of this research work are to estimate and measure the levels of variation in the concentrations of Seditable Atmospheric Dust (SAD) and determine the existing relationship with Acute Respiratory Infections (ARI's) in the districts of Iquitos and Punchana, using the methodology of receiving plates in 7 sampling points (4 in Iquitos and 3 in Punchana) and the comparison of what was obtained in the monthly results (8 Months: January - August 2018) with the cases of Acute Respiratory Infections (ARI's) in the same months; having as results, the exceeding of the standard established by the World Health Organization (WHO), with the same data for the Maximum Permissible Limits (MPL) of 5 t/Km²/30 days, obtaining the minimum value of the research at 5.27 t/Km²/30 days located at the Sampling Station (EM3), and a maximum value of 54.83 t/Km²/30 days located at the Sampling Station (EM1), both belonging to the district of Punchana and month of January, in Regarding the relationship with Acute Respiratory Infections (ARI's), it is not statistically significant, presenting a spurious relationship, reflecting that its apparent relationship is due to the existence of third factors not contemplated in this investigation.

Keywords: Sedimentable Atmospheric Dust, Acute Respiratory Infections, Iquitos and Punchana.

Capítulo I: Marco Teórico

1.1. Antecedentes de Estudio

El presente trabajo de investigación va relacionado al proyecto dirigido por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI y presenta el problema de contaminación debido a polvo atmosférico sedimentable (PAS), que viene siendo un tema de notabilidad para muchos países en cuanto a la calidad ambiental de su población, debido al Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) presente en el aire y producido por diferentes fuentes (1), las partículas suspendidas en la atmosfera generalmente son dañinas, también poseen algunos beneficios para el ecosistema, pero limitado a ciertas formas de vida (2), así como los líquenes y ciertas farináceas aéreas que se nutren de su contenido en fosfatos y nitratos (3).

1.1.1. Antecedente Internacional

VILLACRÉS, en su tesis “**Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable**”, sostuvo que en la ciudad de Ambato existen valores muy altos de concentración de Material Particulado Sedimentable (MPS), lo que puede influir en la morbilidad por infecciones respiratorias agudas (4).

LONDOÑO, en su estudio “**Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de envigado, Colombia (Estimation of the emissions of atmospheric pollutants from mobile sources in the urban area of envigado, Colombia)**”, estimó las emisiones horarias y diarias de los contaminantes atmosféricos (CO, NO_x, SO₂, PM₁₀ y COV) analizados partir de los resultados y se demostró que las mayores emisiones se presentaron sobre las vías con mayor tránsito vehicular (5).

HERNÁNDEZ, en su estudio “**Polvo sedimentable, asma bronquial y enfermedades respiratorias agudas. San Antonio de Los Baños. La Habana**”, identificó que en los meses de mayor concentración de polvo sedimentable anteceden a los mayores reportes de casos de IRA, teniendo una relación débil, mientras que entre polvo sedimentable y crisis de asma bronquial se relacionan débilmente y de forma invertida (6).

COLLINS, en el estudio “**Understanding Air Pollution and Health in the Binational Airshed of the Imperial and Mexicali Valleys**”, menciona que, los componentes en forma de partículas que permanecen suspendidos en la atmósfera por periodos de tiempo prolongados a una altura que las personas pueden respirar y partículas más finas, tienen la capacidad de penetrar a los tejidos internos del

tracto respiratorio y producir potencialmente complicaciones de salud muy severas (7)

VARGAS, en su estudio “**La contaminación ambiental como factor determinante de la salud**”, expresa la relación existente entre determinados agentes ambientales y la salud humana, estimando un 20% de vinculación con las enfermedades existentes en los países industrializados (8).

EPA, en su estudio “**Las Partículas y efectos en la Salud**”, declara que las partículas junto a cualquier otra sustancia ingresan al organismo mientras se respira, ocasionando efectos en la salud humana (9).

OMS, en su estudio “**Guidelines for Air Quality - Guías para la Calidad de Aire**”, sobre los efectos en la salud humana en relación del Material Particulado Suspendido (MPS), emitió que dependiendo del tamaño y concentración de las partículas, estos tienen efectos perjudiciales para la salud, debido a que pueden variar según las fluctuaciones diarias de los niveles de este contaminante, lo que puede provocar especialmente enfermedades respiratorias e incluso pueden causar cáncer, viéndose reflejado en la similitud del incremento de este contaminante con el de la mortalidad diaria, tasas de admisiones hospitalarias y casos de tos (10).

APROMA, en su estudio “**Evaluación del Impacto Ambiental en la Salud**”, menciona que a mayor contaminación atmosférica existe mayor riesgo de contraer enfermedades respiratorias, así como trastornos funcionales pulmonares, irritaciones de la mucosa y tejidos cutáneos (11).

1.1.2. Antecedente Nacional

LOZANO, en su tesis “**Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo Pasivo, Zona urbana – Ciudad de Moyobamba**”, indicó que existe una relación directa entre las condiciones meteorológicas y la generación de partículas sedimentables, especificando que en los meses de mayor precipitación se registraron menor cantidad de partículas sedimentables en comparación con el mes de menor precipitación en el cual se registró mayor cantidad de partículas sedimentables (12).

MARCOS, en su estudio “**Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad Universitaria-UNMSM**”, indicó que la referencia establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre multiplicar el valor muestral de una semana por 04 para obtener el valor muestral de un mes no es aplicable y se debe conseguir de manera experimental (13).

BANCES, en su estudio “**Contaminación atmosférica y su impacto ambiental en la ciudad de Moyobamba – San Martín**”, concluyó que la dimensión de partículas influye en el desplazamiento de las moléculas de polvo, siendo las más perjudiciales aquellas con una dimensión más pequeña, así como las que tienen un tamaño menor a (PM₁₀) 50 micras (μ) y que las enfermedades más frecuentes son las infecciones agudas de las vías respiratorias, debido al incremento de las emisiones atmosféricas producidas por las unidades móviles (14).

RONCAL, en su artículo “**Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo abril- junio del 2008**”, mencionó que las concentraciones conseguidas en las zonas de mayor flujo vehicular, accesos y calles no pavimentadas, exceden el límite máximo permisible recomendado por la Organización Mundial de la Salud (5t/km²/mes), reflejándose como un indicador de peligro para la salud de los pobladores, especialmente adultos mayores, niños y mujeres gestantes (15).

SÁNCHEZ, en su estudio de “**Evaluación de calidad de aire en Lima Metropolitana 2014**”, indicó que la calidad de aire en las áreas con mayor flujo automotor posee afectaciones a la salud humana, ya que se encuentra compuesta de mayores concentraciones de material particulado dispersos en el aire (16).

SILVA y MONTROYA, en su estudio **“Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima - Callao/Diciembre - 2008”**, indicaron que las altas concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se ven influenciados por las microcuencas existentes en el departamento de Lima, teniendo relación con las concentraciones influenciadas por la actividad vehicular y debido a la baja inversión térmica que existe, hace que los contaminantes no se puedan dispersar (17).

1.1.3. Antecedente Local

CONAM, en la publicación **“Plan A Limpiar el Aire de la ciudad de Iquitos”**, indicó que el incremento de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en la ciudad está relacionada a las emisiones de las diversas actividades realizadas diariamente, en conjunto a las condiciones climáticas de la cuenca, que posee una alta tasa de humedad y precipitación (18)

1.2. Bases Teóricas

El medio ambiente es esencial para la vida, en especial la atmósfera debido a que sus variaciones emiten una gran consecuencia en el ser humano y otros seres vivos de todo el mundo, la contaminación del aire actualmente forma parte de la vida cotidiana (19).

1.2.1. Normativa para Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Perú no presenta norma o ley con respecto a los límites máximos permisibles para polvo sedimentable, por ello entidades como la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) acogen como referencia la norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para establecer estudios de monitoreo (20), quien establece como parámetro máximo para contaminante sólido sedimentable: $0.5\text{mg/cm}^2/30$ días (21) como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Límite Máximo Permissible (LMP) sobre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) para diferentes métodos de muestreo

Institución	Tiempo promedio	Limites máximo- $\text{mg/cm}^2/30$ días	Técnica método
DIGESA - Dirección General de Salud Ambiental	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable (Jarras)
SENAMHI -Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio)

Fuente: Marcos, R; 2008 (20).

1.2.2. Ecosistema urbano

Al referirse del tema, es relacionado colectivamente con la naturaleza, aunque, debido a las contradicciones medioambientales que tienen las ciudades y el apogeo del conocimiento de desarrollo sostenible de las mismas, ha llevado a incluirlas dentro las listas de Ecosistemas del Planeta como una comunidad biológica, donde los humanos representan la especie dominante y el entorno edificado constituye la estructura física de este ecosistema, el cual cubre actualmente cerca de un 4% de la superficie de la Tierra (22).

1.2.3. Contaminación atmosférica y su efecto sobre la salud

Representa la presencia de manera natural o artificial de cualquier sustancia química, partículas, microorganismos en el ambiente, perturbando la calidad ambiental y la posibilidad de vida, teniendo la facultad de dañar objetos, estructuras fabricadas por el ser humano o de provocar cambios de temperatura y clima (23).

En consecuencia, por ser generado principalmente debido a la quema de combustibles fósiles (plantas de energía que funcionan a carbón, fábricas y vehículos), partículas en suspensión y gases industriales, muchas ciudades poseen concentraciones y mezclas de contaminantes atmosféricos suficientemente altos como para inducir enfermedades en los individuos susceptibles y muertes prematuras

entre la población de edad avanzada, especialmente entre los que padecen problemas respiratorios (24).

Por tal hecho, es importante considerar los impactos negativos que causa la contaminación del aire en la salud de la población, generando ordenamiento y la mejor disposición de las actividades urbanas ayudando a reducir los impactos negativo al medio ambiente y la salud de la población (25), como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Sustancias Contaminantes y Efectos Sobre la Salud

Sustancias contaminantes	Efectos sobre la salud
Óxidos de Nitrógeno y Azufre (NO _x y SO _x)	Enfermedades bronquiales, irritación del tracto respiratorio, cáncer, disminución de defensas antiinflamatorias pulmonares.
CO, CO ₂	Dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardiovasculares, desmayos, etc. Deterioro en la percepción auditiva y visual.
Mercurio y las Dioxinas	Genera problemas en el desarrollo mental de los fetos, enfermedades ocupacionales en ciertas industrias.
Cadmio	Enfermedades en la sangre.
Polvos	Enfermedades a la vista y pulmonares.
PTS, PM ₁₀ , PM _{2,5}	Irritación de las membranas mucosas.

Dióxido de Azufre (SO ₂)	Bronco constricción en asmáticos y malestar torácico.
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en niños, efectos cardiovasculares (hipertensión).
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	Irritación ocular, intoxicación, edema pulmonar.

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2005

1.2.3.1. Efecto en la salud humana del Material Particulado (PM)

La dimensión de las partículas influye directamente en la estimulación de los problemas de salud; ya que, las partículas pequeñas < 10 micrómetros de diámetro son los que emiten mayor problema, debido a que llegan a la profundidad de los pulmones, y pueden alcanzar el torrente sanguíneo, afectando a los pulmones como al corazón (26); generando:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Infartos de miocardio no mortales
- Latidos irregulares
- Asma agravada
- Función pulmonar reducida

- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.
- La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con:
 - Enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores.

1.2.4. Métodos de medición de contaminantes en la calidad del aire

En enfoque grupal, se puede obtener 2 grandes grupos: métodos continuos y discontinuos; al hablar de continuos involucran la captación y análisis del contaminante en el lugar determinado de muestreo, de forma continua y automática, mientras que al referirse de los discontinuos, implica la captación del contaminante en el lugar determinado de muestreo y su posterior transporte hasta el laboratorio, donde se efectuará el análisis (27).

La medida de contaminantes atmosféricos se logra a través de numerosos métodos que se agrupan de acuerdo a sus principios de medición (28) en:

- Muestreo pasivo;
- Muestreo con Bioindicadores;
- Muestreo activo;

- Método automático;
- Método óptico de percepción remota.

1.2.4.1. Método Pasivo de Muestreo de Partículas

Es el método que colecta un contaminante específico por medio de la adsorción (jarras y placas receptoras) y/o absorción (tubos pasivos) en un sustrato químico seleccionado y su tiempo de exposición varía desde una hora hasta meses o inclusive un año; donde regresa al laboratorio para la desorción del contaminante y ser analizado cuantitativamente. Los equipos manipulados son citados muestreadores pasivos, se muestran en diversas formas y tamaños, especialmente en forma de tubos o discos (29).

Ventajas: Sencillez en la manipulación y bajo precio (no solicita energía eléctrica).

Desventajas: No apto para todos los contaminantes, sólo aportan valores promedios con productos típicos semanales o mensuales; no tienen gran precisión (solo valor referencial), requieren de análisis de laboratorio.

1.2.4.1.1. Métodos de placa receptoras

Es el manejo de placas o láminas con adherente (vaselina), siendo este el elemento sensible del método, el cual atrapa el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) o Contaminante Sólido Sedimentable (CSS). La exposición de estas placas o láminas varía desde un par de horas hasta de un mes, esta muestra regresa al laboratorio para ser analizado cuantitativamente por método gravimétrico (método de análisis de muestra) (1).

Las ventajas de esta metodología se rigen en los bajos costos de su aplicación, permitiendo extender muchas unidades para obtener información de la distribución espacial de contaminantes, aunque el tiempo de realización de esta técnica es limitado, suministrando información de concentraciones promedio de contaminantes (20); método utilizado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (muestreo pasivo de placas receptoras) para el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).

1.2.4.1.1.1. Método Gravimétrico

Método analítico cuantitativo para determinación de sustancias acorde a la diferencia de pesos; donde se establece la masa pesando el filtro, a temperatura y humedad relativa

controladas, antes y después del muestreo; en cuanto a conocer la concentración de una muestra en solución, se lleva a cabo precipitaciones de las muestras por medio de la adición de un exceso de reactivo aprovechando el efecto del ion común (30).

1.2.4.2. Muestreo con Bioindicadores

Es el método que implica el uso de especies vivas generalmente vegetales, como árboles y plantas, donde su superficie funciona como receptora de contaminantes; a pesar del desarrollado de guías sobre estas metodologías, aún hay problemas no resueltos en cuanto a la estandarización y armonización de estas técnicas, ya que se usa la capacidad almacenar de la planta en contaminantes o la evaluación de los efectos por contaminantes en el metabolismo de la planta (31).

Ventajas: Muy bajo costo, ventajosos para identificar la presencia y efectos de algunos contaminantes.

Desventajas: Problemas con la estandarización de las metodologías y procedimientos; algunos requieren análisis de laboratorio.

1.2.4.3. Muestreo activo

Demanda energía eléctrica para aspirar el aire a muestrear por medio de un contenedor de colección físico o químico; la sensibilidad incrementa debido al volumen adicional de aire muestreado, lo que facilita la obtención de mediciones diarias promedio (32).

Clasificación (33):

- ✓ Burbujeadores (gases)
- ✓ Impactadores (partículas), así como muestreador de alto volumen “High- Vol.” (para PST, PM₁₀ y PM_{2.5})

Ventajas: Fácil de manipular, muy confiables y costo respectivamente bajo (requiere energía eléctrica).

Desventajas: No se consideran los valores mínimos y máximos durante el día, sólo promedios habitualmente de 24 horas; requieren de análisis de laboratorio.

1.2.4.4. Muestreo automático

En términos de la alta resolución de sus mediciones, estos métodos son los mejores, permitiendo llevar a cabo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores; los espectros de contaminantes se determinan acorde a criterios

como PM_{10} – $PM_{2.5}$, CO, SO₂, NO₂, O₃, hasta tóxicos en el aire como mercurio y algunos compuestos orgánicos volátiles.

Las muestras conseguidas se investigan utilizando una variedad de métodos los cuales incluyen la espectroscopia y cromatografía de gases; teniendo la ventaja de lectura automática de las concentraciones en tiempo real.

Clasificación:

- ✓ Analizadores automáticos, se usan para determinar la concentración de gases contaminantes en el aire, basándose en las propiedades físicas y/o químicas de los mismos.
- ✓ Monitores de partículas, se utilizan para determinar la concentración de partículas suspendidas principalmente PM_{10} y $PM_{2.5}$

Ventajas: Data en tiempo real, alta resolución; concentraciones máximas y mínimas; accede en tiempo real la detección de valores máximos para crear situaciones de alerta e implantar las respectivas medidas de contingencia.

Desventajas: Costo elevado de adquisición y operación; requieren personal capacitado para su manejo, mantenimiento y calibración constantes.

1.2.4.5. Método óptico de percepción remota

Es el método basado en técnicas espectroscópicas, donde transfieren un haz de luz de cierta longitud de onda a la atmósfera donde miden la energía absorbida; haciendo posible las mediciones en tiempo real de la concentración de diversos contaminantes, proveen mediciones integradas de multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica en la atmósfera (>100 m); los equipos utilizados se conocen como sensores remotos.

Ventajas: Data en tiempo real, alta resolución; útiles para mediciones de emisiones de fuentes específicas, de multicomponentes y para mediciones verticales en la atmósfera.

Desventajas: Costo de adquisición muy elevado; requieren personal altamente capacitado para su operación y calibración; no son siempre comparables con los analizadores automáticos convencionales.

1.3. Definición De Términos Básicos

1.3.1. Absorción

Proceso físico o químico donde los átomos, moléculas o iones se incorporan al volumen de otra estructura (34).

1.3.2. Adsorción

Proceso físico o químico por el cual átomos, iones o moléculas son retenidos o atrapados en la superficie de un material (34)

1.3.3. Aire Limpio

El aire limpio es cuando los niveles químicos y físicos de sus componentes no afectan el bienestar humano; su constitución está hecha por elementos químicos que se han producido naturalmente por miles de años, donde se encuentra el oxígeno (21%) y nitrógeno (78%) y otros gases menos comunes, de los cuales el argón es el más abundante, la concentración de dióxido de carbono (CO₂) (0,03%) es menor que la del argón (0,93%) y el vapor de agua también está presente, hasta 4% por volumen (10).

1.3.4. Atmósfera

Es la mezcla de gases y partículas suspendidas o capa gaseosa que envuelve a nuestro planeta, manteniéndose en ese lugar debido a la atracción gravitacional, es considerado como el primordial mecanismo de defensa contra el espacio exterior que atenta hacia las distintas formas de vida existentes del planeta y también cumple la función de protección ante los efectos nocivos de la radiación solar ultravioleta; su actual composición y estructura la hacen apta para la

respiración de los seres vivos que la habitan, subdividiéndose en troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera (35).

1.3.5. Calidad de Aire

Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente (36).

1.3.6. Concentración

Es la cantidad de contaminante existente en un medio, es expresada en unidades de masa como micro o nanogramos fraccionando a una unidad de masa mayor como gramos o kilos ($\mu\text{g}/\text{k}$ o ng/g) o a una de volumen como centímetros o metros cúbicos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ o ng/cc) (8)

1.3.7. Contaminación

Distribución y/o presencia de cualquier sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), siendo nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, así como para la vida animal o vegetal (37), distribuyéndose en:

1.3.7.1. Contaminantes Primarios

Sustancias emitidas directamente a la atmósfera, dando cabida a la llamada contaminación convencional, teniendo naturaleza física y composición química muy diversa (38).

1.3.7.2. Contaminantes Secundarios

Sustancias no emitidas directamente a la atmósfera, que son resultado de transformaciones, reacciones químicas y fotoquímicas sufridas en los contaminantes primarios (38).

1.3.8. Contaminación Atmosférica

Mezcla de partículas (sólidas o gaseosas), sustancias químicas, microorganismos o formas de energía en el aire que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza debido a que generan riesgos a la salud y al bienestar humano, ya que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (39).

1.3.9. Dispersión de los Contaminantes

Liberación de contaminantes a la atmósfera por medio de fuentes de emisión, teniendo en cuenta parámetros de la fuente (aspectos del lugar de emisión: altura, infraestructura entre otros) y parámetros

meteorológicos (aspectos ambientales: velocidad y dirección del viento entre otros) (40), obteniendo:

1.3.9.1. Niveles de Emisión

Concentración en el foco emisor contaminante (fuente).

1.3.9.2. Niveles de Inmisión

Concentración en un lugar ajeno al foco emisor contaminante.

1.3.10. Estación de Monitoreo

Área geográfica para realizar muestreo de un ecosistema, posee puntos de monitoreo indicados mediante fotografías aéreas y sus coordenadas, verificables a través de un GPS (41).

1.3.11. Estación de Muestreo

Colocación física determinada para la instalación de un sistema de equipos e instrumentos de muestreo periódico y/o aperiódico o el monitoreo continuo de la calidad del aire (30).

1.3.12. Fuente de Contaminantes Atmosféricos

Se distribuye en origen natural (erupciones volcánicas, incendios forestales, erosión del suelo, entre otros) y antropogénica (ignición de combustible fósil), pero se agrupan en 2 grandes tipos: las fuentes fijas y las móviles (28):

1.3.12.1. Fuentes Fijas

Posee 03 tipos:

1.3.12.1.1. Fuentes Puntuales

Proveniente de la producción de energía eléctrica y de establecimientos industriales estacionarios, teniendo sus emisiones resultantes dependiendo de la calidad de los combustibles, generando principalmente partículas de SO₂, NO_x, CO₂, CO e hidrocarburos.

1.3.12.1.2. Fuentes de Área

Proviene de aquellas emisiones generadas en actividades y procesos de pequeños establecimientos industriales o comerciales, encontrándose variedad de contaminantes, con variado nivel de impacto en la salud.

1.3.12.1.3. Fuentes Naturales

Proviene de toda emisión generada en la naturaleza donde no existe intervención humana directa o indirecta, siendo llamadas emisiones biogénicas (óxido de nitrógeno, hidrocarburos no metanogénicos, metano, dióxido y monóxido de carbono, compuestos nitrogenados y azufrados).

1.3.12.2. Fuentes Móviles

Son todas las emisiones provenientes de la combustión de vehículos (CO, compuestos orgánicos volátiles, SO₂, y NO_x)

1.3.13. Indicador PM 10

Son partículas < 10 µm de diámetro, siendo nombradas partículas gruesas y se encuentran en el polvo proveniente de los caminos y las industrias, así como en las partículas generadas por la combustión; acorde a su tamaño, dichas partículas gruesas pueden albergarse en la tráquea (parte superior de la garganta) o en los bronquios (42).

1.3.14. Indicador PM 2.5

Son partículas < 2.5 µm de diámetro, siendo nombradas como partículas finas, se encuentran en los aerosoles secundarios, partículas de combustión, vapores metálicos y orgánicos recondensados, así como componentes ácidos; dichas partículas finas pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares generando afectaciones respiratorias en el intercambio de oxígeno en un organismo (42).

1.3.15. Indicador PM 0.1

Son partículas < 0.1 µm de diámetro, nombradas como partículas ultrafinas; estas partículas aún se encuentran en fase preliminar, suelen exhalarse, pero llegan hasta al torrente sanguíneo (42).

1.3.16. Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's)

Son infecciones del aparato respiratorio, que se manifiestan con fiebre conduciéndose a través de las vías aéreas superiores e inferiores del cuerpo humano, teniendo en la vía superior los pasajes nasales, la nariz, boca, faringe y cuerdas vocales; en la vía inferior desde las cuerdas vocales, tráquea y cada rama de árbol bronquial (bronco y bronquiolos) (43).

1.3.16.1. Infecciones Respiratorias Agudas (Altas)

Es la inflamación de la mucosa respiratoria desde la nariz hasta los bronquios, presentándose con o sin fiebre, teniendo a la rinitis, rinofaringitis, faringoamigdalitis, epiglotitis, sinusitis y otitis media (43).

1.3.16.2. Infecciones Respiratorias Agudas (Bajas)

Conocidas como inferiores, debido a que agente infeccioso (bacteria o virus) ataca o lesiona el sistema respiratorio bajo, siendo la enfermedad que se presentan con más frecuencia,

teniendo como grupos más afectados a los niños menores de 5 años, teniendo a la traqueítis, bronquitis, bronquiolitis, alveolitis o neumonitis (43)

1.3.17. Monitoreo

Es la vigilancia de las prácticas laborales en comparación con un conjunto establecido de estándares laborales, que se lleva a cabo por una o varias personas en presencia regular o frecuente en el lugar de trabajo y con acceso irrestricto a la gerencia y el personal, detectando las variaciones de una conducta estándar (37)

1.3.18. Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Conocido como partículas sedimentables (partículas sólidas) sobre la superficie terrestre u objeto o infraestructura que lo ocupe (44), siendo emitidas por gran variedad de fuentes naturales como la acción del viento y la de origen antropogénica ocasionada por las actividades humanas, permaneciendo un corto tiempo con resistencia en la atmósfera (45), como se expresa en la Tabla 03.

Tabla 3: Tamaño de partículas y su descripción

Tamaño (μm)	Denominación	Descripción
< 0.1	Núcleos de Aitken	Están cargadas eléctricamente y se mueven chocando al azar, pudiendo formar agregados.
0.1 - 10	Materia en suspensión	Suspensiones mecánicamente estables que pueden ser transportadas a grandes distancias.
10 - 1000	Materia sedimentable	Solo presentan efectos en zonas próximas a la fuente, puesto que sedimentan.

Fuente: Rojas, N. (41).

Capítulo II: Planteamiento del Problema

2.1. Descripción del Problema

A consecuencia del incremento de actividades antropogénicas y actividades cotidianas del medio ambiente, se está observando que la calidad del aire, siendo uno de los componentes primordiales para la vida, esta viéndose afectada a nivel mundial, entrando a tallar como una de las principales preocupaciones frente la salud humana por su particular incidencia en la población; generando contaminación atmosférica como uno de los principales problemas ambientales que se encuentra presente en toda sociedad (18).

En el Perú, una de las causas más comunes de morbilidad son las infecciones respiratorias agudas, siendo que en el 2016 se reportaron 492 986 casos en niños menores de 5 años (46). Hoy en día, la ciudad de Iquitos está experimentando un incremento acelerado y significativo de algunos componentes que impactan negativamente la calidad del aire, dando relevancia a monitoreos de contaminantes atmosféricos para brindar información sobre las concentraciones a lo que se está expuesto diariamente (47). Por lo que el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI aplicó un proyecto que implica obtener la cantidad de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) de los diferentes distritos de la ciudad de Iquitos; de ello la presente investigación se enfocó en los distritos de Iquitos y Punchana, y su relación de incidencia con la

salud humana, por lo que la investigación aportó información relevante de la entidad científica con respecto a los efectos de la contaminación atmosférica y su efecto en la salud de la población urbana de los distritos mencionados.

Con la información obtenida se justificará la necesidad para la creación de estrategias de disminución de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) e infecciones respiratorias agudas provocadas por este agente contaminante, por parte de las autoridades u otras entidades relacionadas a salud ambiental que estén interesadas, mejorando así la calidad de vida de la población y contribuir a la mejora de la calidad del aire (21).

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿Cuál es la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y su incidencia con las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en los distritos de Iquitos y Punchana?

2.2.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son los niveles de variación de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos Punchana e Iquitos?

¿Cuáles es la relación de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) y el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos de Iquitos y Punchana?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y el número de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en los distritos de Iquitos y Punchana

2.3.2. Objetivos Específicos

Estimar y medir los niveles de variación de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos Iquitos y Punchana.

Determinar la relación de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) y el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos de Iquitos y Punchana.

2.4. Hipótesis

A mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), mayor problema de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en la población de los distritos de Iquitos y Punchana.

2.5. Variables, Indicadores e Índices

2.5.1. Variable Independiente

Variable Independiente	Indicador	Índices
Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)	Tiempo de exposición Peso inicial y final de la placa de vidrio	mes g

2.5.2. Variable Dependiente

Variable Dependiente	Indicador	Índices
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s)	Cantidad de reportes de casos por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s).	Número de casos

Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación se desarrolló mediante el tipo descriptivo transversal, porque explica la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) registrado en las Estaciones de Muestreo (EM) ubicadas en los distritos de Iquitos y Punchana, en los meses de enero a agosto del 2018 (estaciones de muestreo determinadas por técnica del ánfora), proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI y la cantidad de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's), en dichos distritos y meses mencionados, emitido por el Espacio de Monitoreo de Emergencias y Desastres - EMED Salud.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Distritos de Iquitos y Punchana.

3.2.2. Muestra

Estuvo conformada por 7 muestras (4 en el distrito de Iquitos y 3 en el distrito de Punchana) mensuales de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) por 8 meses y datos hospitalarios del censo de

personas con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) de los distritos mencionados en relación a los meses.

3.3. Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnica de Recolección de Datos

La presente investigación al ser obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en su proyecto ejecutado, asume que la captación de datos se realizó mediante el método pasivo de placas y la determinación de las concentraciones se realizó mediante el método gravimétrico, en cuanto a la obtención de datos del número de casos reportados de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) en el distrito de Iquitos y Punchana (Enero – Agosto, 8 meses), se recurrió a la información que brindó la Lic. Enf. Paola M. Aquino Pipa de Espacio de Monitoreo de Emergencias y Desastres (EMED) – Gerencia Regional de Salud (GERESA) de Loreto; procediendo de la siguiente manera:

3.3.1.1. Método Gravimétrico de Análisis de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Al ser un método analítico cuantitativo, permitió determinar la cantidad de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) por medio de la diferencia de pesos, se determinó la masa pesando de manera individual las placas de los diferentes puntos de muestreo a temperatura

y humedad relativa, aplicando 2 repeticiones, 1 antes (peso de la placa con vaselina) y 1 después del muestreo (peso de la placa con vaselina junto al Polvo Atmosférico Sedimentable – PAS adherido a ella); luego se aplicó las siguientes fórmulas para la obtención de datos numéricos aplicados en la presente investigación:

Dónde:

$$W_{pts} = W_f - W_i$$

$$Pas = \frac{W_{pst}}{A \times N}$$

W_{pts}: Peso de partículas totales sedimentables. (mg/cm²/mes).

W_f: Peso final (peso de la placa de vidrio más la capa de vaselina industrial más las partículas) en gr.

W_i: Peso inicial (peso de la placa de vidrio más la capa de vaselina industrial) en gr.

A: Área de la placa de vidrio en cm².

N: Tiempo de muestreo (mes).

PAS: t/km² x mes.

Límite Máximo Permisible (OMS) = 5.0 t/km²/mes.

Una vez obtenido los datos numéricos se procedio a compararlos con el Límite Máximo Permisible emitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para obtener los resultados reales.

3.3.2. Instrumentos y Equipos para Recolección de Datos

Para la ejecución de la recolección de datos del presente trabajo de investigación, se aplicó los siguientes instrumentos y equipos:

3.3.2.1. Instrumentos

3.3.2.1.1. Estructura Metálica

Estructura de 1.2 mts de altura con techo, utilizada para ser punto de referencia de la estación de muestreo, en donde se colocó la placa de vidrio untada con vaselina.

3.3.2.1.2. Ficha de Apuntes

Utilizada para registrar toda la información obtenida de las estaciones de muestreo y laboratorio, cuya data sirvió para los cálculos respectivos.

3.3.2.1.3. Placa de Vidrio

Placa de 10 x 10 cm utilizada para la recepción de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) al ser untada en vaselina y colocada en la estructura metálica.

3.3.2.1.4. Caja de Madera para Placas de Vidrio

Utilizada para proteger las placas de vidrio al transportarlas a la estación de muestreo o al laboratorio.

3.3.2.1.5. Vaselina Industrial

Utilizada para la captación del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) al ser untada en la placa de vidrio.

3.3.2.1.6. Tablero Manual de Madera

Utilizada para facilitar la escritura de la ficha de apunte.

3.3.2.1.7. Utensilios (Lapicero, Lápiz y Corrector)

Utilizados para transcribir y corregir los datos a la ficha de apuntes.

3.3.2.1.8. Escalera de Madera

Utilizado para trasladarse en orientación vertical hacia la estación de muestreo que se encuentran en altura.

3.3.2.1.9. Kit de Seguridad (Arnés Corporal, Guantes y Casco)

Utilizado en las estaciones de muestreo ubicados en zonas muy altas y tienden a riesgo de accidentes por caída.

3.3.2.1.10. Bata de Laboratorio

Utilizada en el laboratorio al realizar el pesaje de las placas y el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).

3.3.2.2. Equipos

3.3.2.2.1. Balanza analítica Sartorius CP324S

Utilizada para aplicar el método gravimétrico y obtener los resultados del pesaje de cada muestra realizada.

3.3.2.2.2. GPS map 62S marca GARMIN

Utilizado para la georreferenciación de las estaciones de muestreo.

3.3.2.2.3. Laptop HP Pavilion

Utilizado para la aplicación del procesamiento de datos a través de programas para la lectura, creación y otros ámbitos relacionados con la data obtenida en el muestreo y pesaje.

3.3.2.3. Programas

3.3.2.3.1. Microsoft Office 2016

- **Microsoft Word**

Programa para la redacción de la presente investigación.

- **Microsoft Excel**

Programa para el procesamiento estadístico y gráfico de la data obtenida para la presente investigación.

- **Microsoft PowerPoint**

Programa para la presentación en diapositivas de la presente investigación.

3.3.2.3.2. Surfer 10

Programa para el modelado 2D de los datos obtenidos del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en las estaciones de muestreo luego de ser procesados y aplicados las formulas correspondientes.

3.3.2.3.3. Navegador Google Chrome

Programa para obtener información a través del internet.

3.3.2.3.4. Google Earth Pro

Programa para obtener la imagen satelital de los puntos de muestreo y espacio en el que se desarrolla la presente investigación.

3.3.2.3.5. ArcGis 10.8

Programa para realizar el adecuamiento de las imágenes satelitales y los modelados 2D de cada mes analizado.

3.3.2.4. Vehículo de transporte

3.3.2.4.1. Motocicleta

Utilizado para transporte de personal.

3.3.2.4.2. Automóvil

Utilizado para transporte de instrumentos hacia cada punto de muestreo y laboratorio de análisis.

3.4. Procedimientos de Recolección de Datos

El presente trabajo de investigación al obtener su data del proyecto que se venía ejecutando del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), dio inicio en el mes de enero hasta agosto del 2018, aplicándose solo en la zona urbana de los distritos de Iquitos y Punchana a diferencia del proyecto en general que abarco todos los distritos de la ciudad de Iquitos. Poseyendo las siguientes etapas de estudio:

3.4.1. Reconocimiento del Área

Se realizó mediante un recorrido en motocicleta por las calles de los distritos a trabajar, enfocando de manera visual la contaminación por polvo atmosférico sedimentable como 1^{er} factor aplicable de elección para el lugar y como 2^{do} factor, ser lugares que faciliten la instalación adecuada para las estaciones de muestreo.

3.4.2. Determinación de las Estaciones de Muestreo

Una vez reconocida el área de estudio y haber ubicado los posibles lugares, se determinó los puntos de muestreo a usar aplicando el método de ánfora. Estableciendo 7 Estaciones de Muestreo (EM), 3 para el distrito de Iquitos y 4 para el distrito de Punchana. Dichas coordenadas se encuentran en el Tabla 4:

Tabla 4: Referencia de Puntos de Control de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Cod. Estación	Estación para Medición de Polvo Atmosférico	Distrito	Coordenadas UTM Zona 18 (WGS 84)	
			Este (X)	Norte (Y)
EM1	Estación Navarro Cauper		693479	9587835
EM2	Calle Panamá		693668	9587729
EM3	Estación del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía (SEHINAV)	Punchana	695373	9586997
EM4	Calle Misti		694719	9586660
EM5	Parque Zonal		694375	9586227
EM6	CIA Bomberos - Calle Prospero		694506	9584470
EM7	Frontis del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Iquitos	693847	9583731

Fuente: Adaptación propia, 2022

3.4.3. Georreferencia de las Estaciones de Muestreo

La ubicación de las estaciones de muestreo fue georreferenciada aplicando el GPS map 62S marca GARMIN, se colocó de manera centrada dentro de la estructura metálica y se procedió a su ejecución de manera individual con todas las estaciones de muestreo.

3.4.4. Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Después de colocar las estructuras metálicas en cada una de las estaciones de muestreo, se aplicó lo siguiente:

3.4.4.1. Método de Muestreo

Una vez cumplida el tiempo de exposición (1 mes) propuesto por la entidad científica para la captación del contaminante, teniendo en cuenta un margen de variación de horas o días de recolección debido a diversos factores presentes como días no laborables entre otros aspectos; se trasladaba en el automóvil de la entidad hacia las estaciones de muestreo de manera ordenada y secuencial; al encontrarse en una estación, se recolectaba la placa de vidrio con el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) captado debido a la vaselina industrial untada en ella colocándola en la Caja de Madera para su traslado al laboratorio, una vez se haya recolectado de todas las estaciones de muestreo, dejando en su reemplazo la nueva placa de vidrio con vaselina untada hasta el siguiente mes.

3.4.4.2. Diagrama de flujo de muestreo de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Toda la investigación constó de 3 fases, la fase de gabinete, fase donde se redactó, aplicó el análisis y procesamiento de la data obtenida en los muestreos; fase de campo, fase donde se realizó la recolección de la data en las estaciones de muestreo y fase de laboratorio donde se obtuvo la data numérica de las muestras obtenidas.

3.4.5. Procesamiento de Datos y Análisis Estadísticos:

La aplicación de equipos de determinación directa para el pesado de placas, se realizó en el Laboratorio del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (CIRNA - UNAP) y tras la emisión de los datos de laboratorio, se procedió a digitar en el programa de Microsoft Excel 2016, donde se aplicó el procesamiento de datos con las fórmulas del Método Gravimétrico y Coeficiente de Correlación de Pearson para obtener los datos numéricos a representar como gráficos comparativos de análisis estadístico con relación al valor máximo permisible de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de manera complementaria, para mejor captación y visualización de la información se expresó el modelado 2D en imagen satelital de la captación del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) aplicando el programa Surfer 10, Google Earth Pro y ArcGis 10.8.

Capítulo IV. Resultados

4.1. Estimar y medir los niveles de variación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en los distritos Iquitos y Punchana

Los datos numéricos mensuales de enero a agosto que fueron estimados desde la medición obtenida en los diferentes puntos de muestreo tras la aplicación de las fórmulas gravimétricas, se muestran en la Tabla 5, donde se comparó con el Límite Máximo Permisible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS):

Tabla 5: Cuadro comparativo de resultados mensuales y Límite Máximo Permisible (LMP)

Cod. Est.	Estación De Muestreo	Distrito	Mes								LMP
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
EM1	Estación Navarro Cauper		54.8	44.2	40.4	48.0	45.6	43.8	46.1	36.9	5
EM2	Calle Panamá		30.7	26.3	22.3	18.3	16.0	19.8	12.5	10.8	5
EM3	Estación del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía - SEHINAV	Punchana	5.3	32.5	23.9	30.8	29.6	24.6	24.2	11.4	5
EM4	Calle Misti		28.0	36.8	26.8	17.8	17.9	18.4	11.5	7.2	5
EM5	Parque Zonal	Iquitos	31.3	32.7	22.7	17.4	15.4	19.0	19.9	8.4	5

EM6	CIA Bomberos - Calle Próspero	26.0	47.7	39.3	21.0	20.1	20.9	24.1	50.5	5
EM7	Frontis del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI	32.6	27.4	26.2	34.1	16.9	33.5	31.3	45.4	5

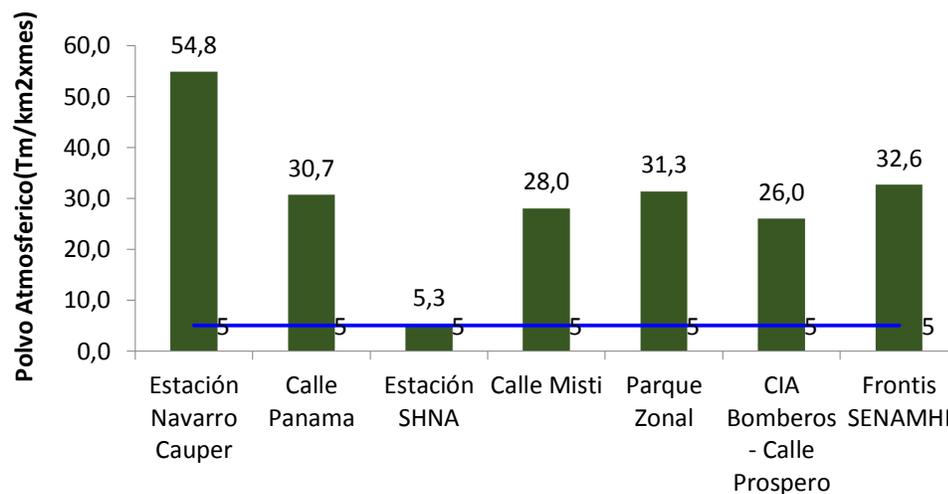
Fuente: Adaptación propia, 2022.

Los valores mensuales obtenidos, emitieron variación para cada mes muestreado, generando la necesidad de expresión gráfica (gráfico de barras) mensual, mostrado en los Gráficos del 1 al 8, donde se comparó con el Límite Máximo Permisible (LMP) emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), seguido por la expresión modelada en imagen satelital (mapa de dispersión de Polvo Atmosférico Sedimentable - PAS) mensual, mostrada en las Figuras del 1 al 8, facilitando mejor análisis visual.

En el mes de enero, se pudo observar que el valor mínimo y máximo son los más notorios dentro de los valores muestreados, ya que en la estación del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía – SEHINAV, se pudo observar que el valor obtenido (5.3) se encuentra muy cerca a la emitida por el Límite Máximo Permisible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entendiendo que en dicha zona muestreada la captación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) es

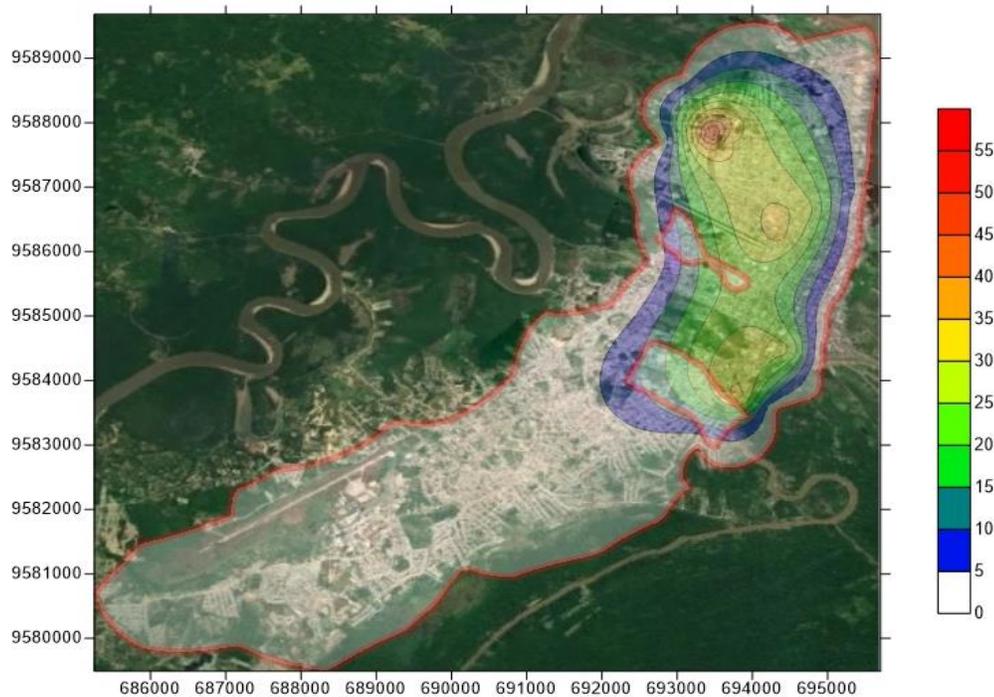
menor a las demás zonas, dicha zona se encuentra cerca del área limitante con el río Amazonas; en cuanto a la estación Navarro Cauper, presentó el mayor valor (54.8), entendiendo que la zona muestreada posee mucha captación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en dicho mes, así como se muestra en el Gráfico 1 y la Figura 1:

Gráfico 1: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Enero - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

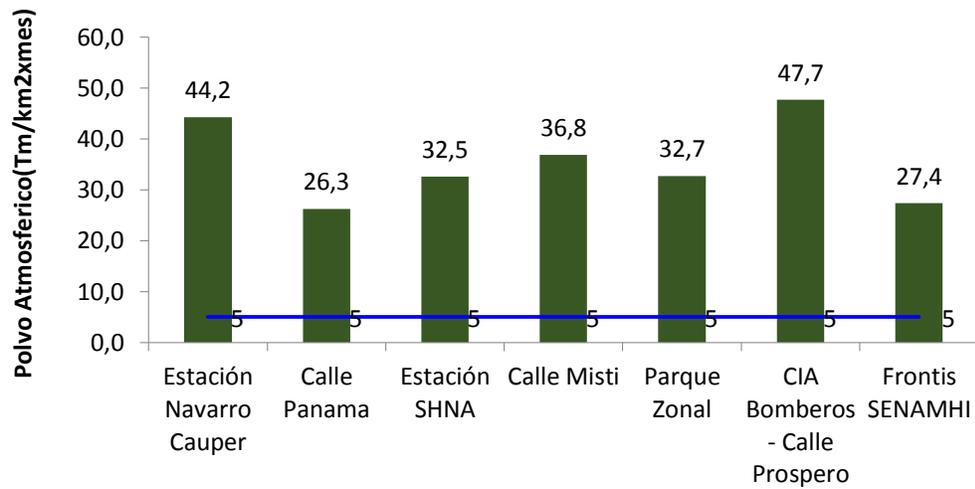
Figura 1: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de enero - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

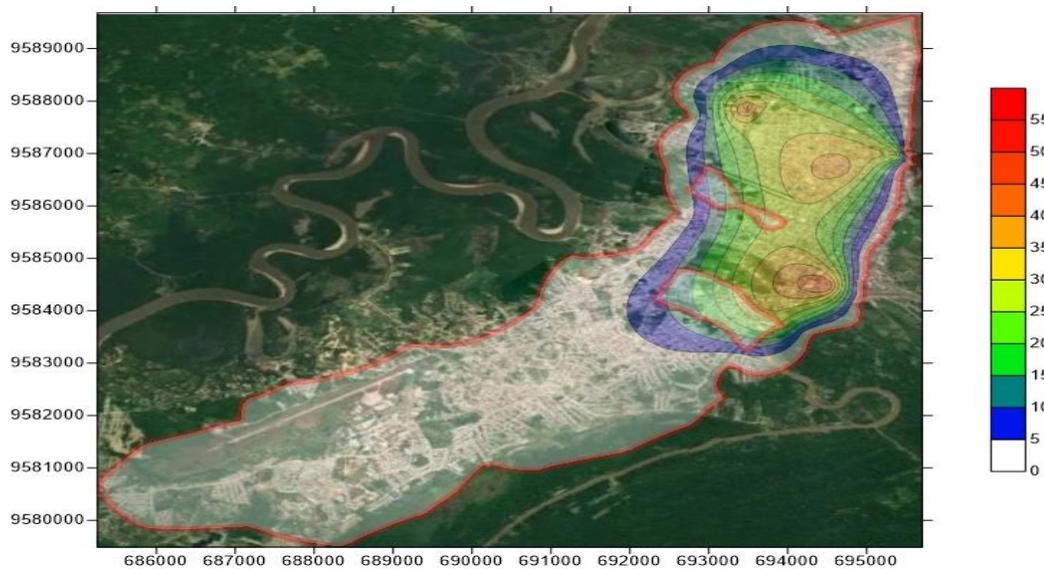
En el mes de febrero, se observó que los valores de las zonas muestreadas se encuentran casi al mismo nivel, teniendo a la Calle Panamá como el valor mínimo (26.3), sin encontrarse cerca del Límite Máximo Permisible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS); en cuanto a la estación CIA Bomberos – Calle Próspero, se categorizó con el valor máximo (47.7) del mes, emitiendo que en el mes de febrero la actividad antropogénica se incrementó y mantuvo sus niveles casi a la par en todas las zonas muestreadas, así como se muestra en el Gráfico 2 y la Figura 2:

Gráfico 2: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Febrero - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

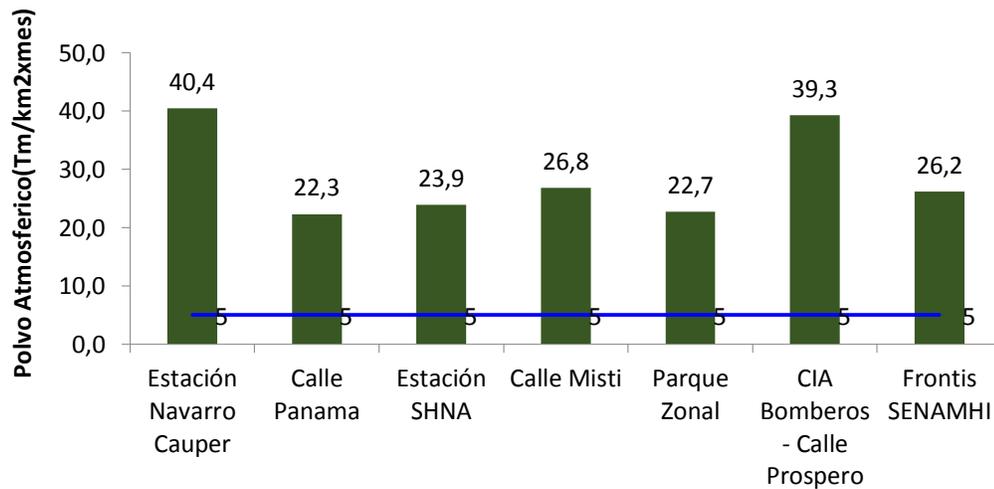
Figura 2: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de febrero - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

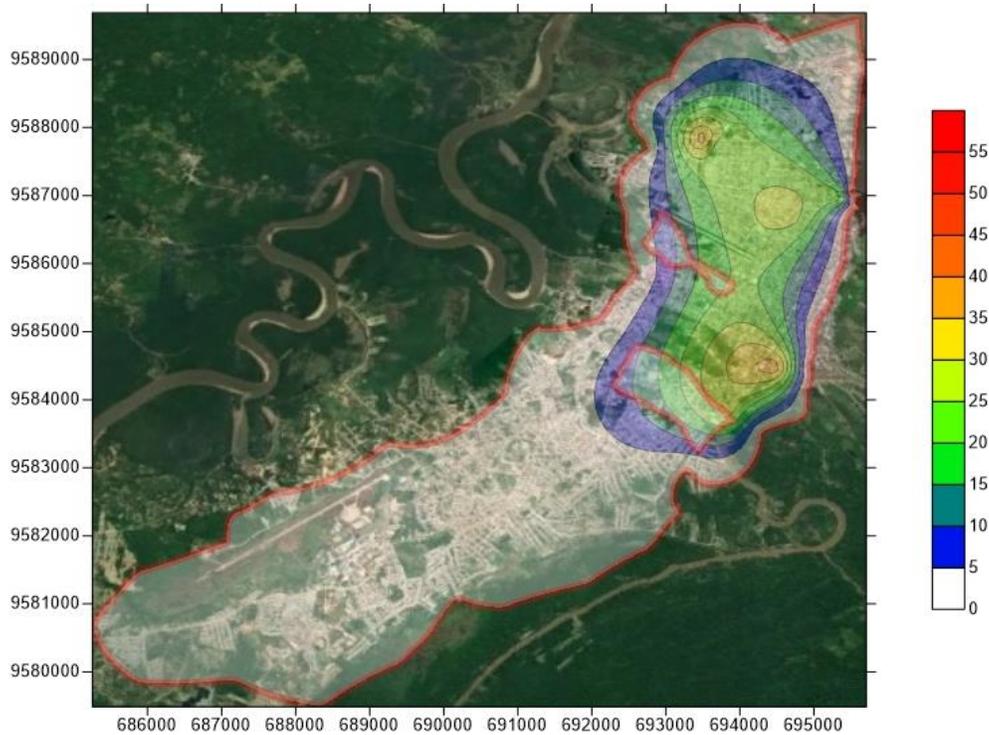
En el mes de marzo, se observó que la zona de la Calle Panamá es el valor mínimo (22.3) dentro las zonas muestreadas, teniendo un descenso leve a comparación del mes anterior, sin encontrarse cerca del Límite Máximo Permissible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS); en cuanto a la Estación Navarro Cauper, asumió el valor máximo (40.4) sin superar lo obtenido en el mes de enero, así como se muestra en el Gráfico 3 y la Figura 3:

Gráfico 3: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Marzo – 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

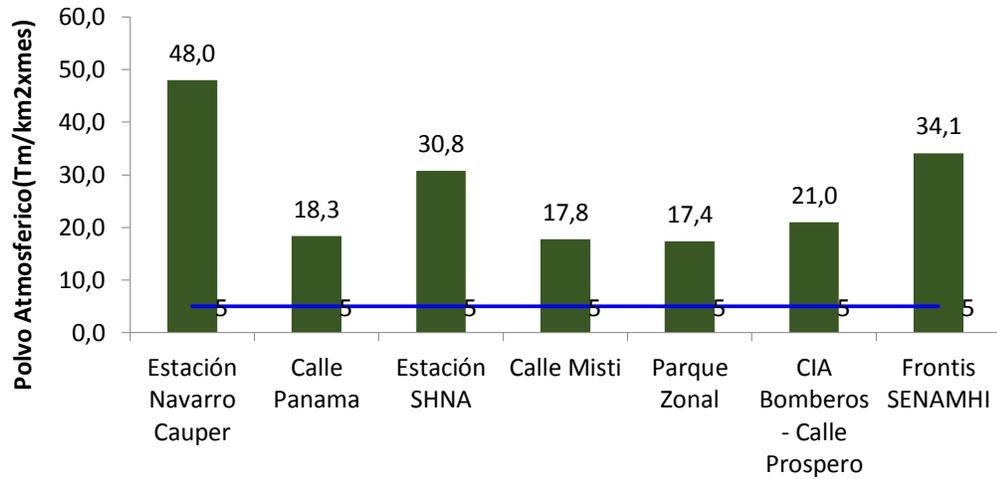
Figura 3: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de marzo - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

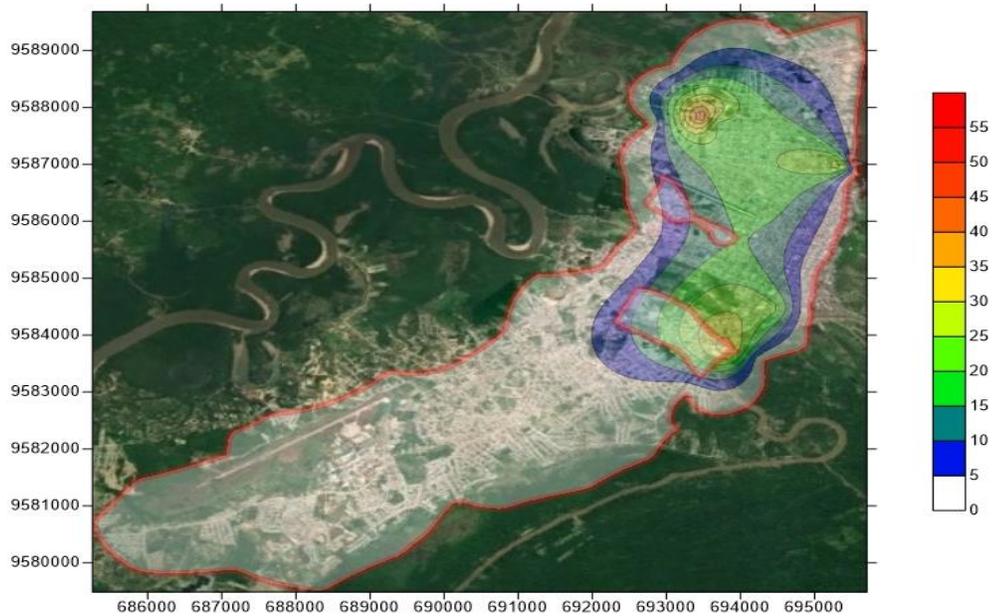
En el mes de abril, se observó que la zona del Parque Zonal asume el valor mínimo (17.4) dentro las zonas muestreadas, sin encontrarse cerca del Límite Máximo Permisible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS); en cuanto a la Estación Navarro Cauper, asumió el valor máximo (48.0) de la zona muestreada como el mes anterior, superando a lo emitido en el mes de Marzo, mas no al emitido en el mes de enero, así como se muestra en el Gráfico 4 y la Figura 4:

Gráfico 4: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Abril - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

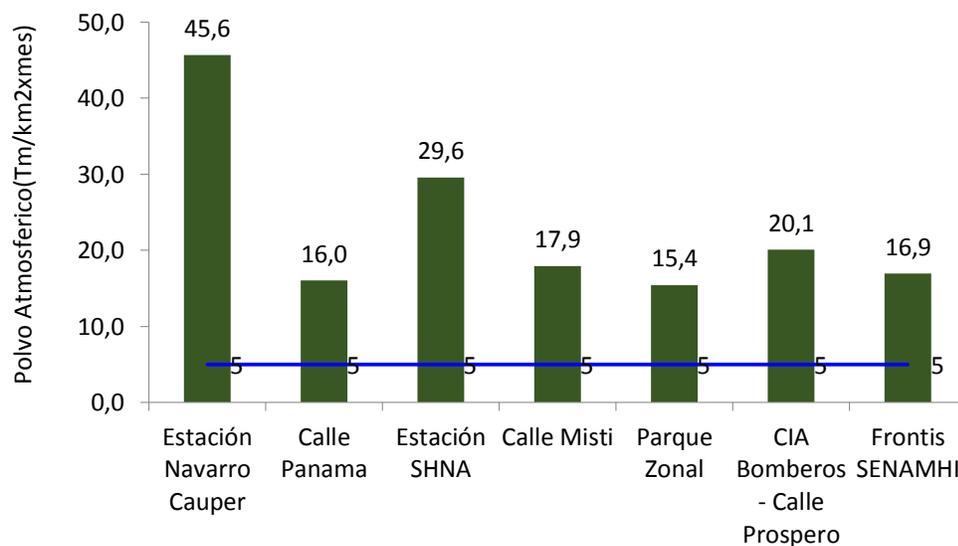
Figura 4: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de abril - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

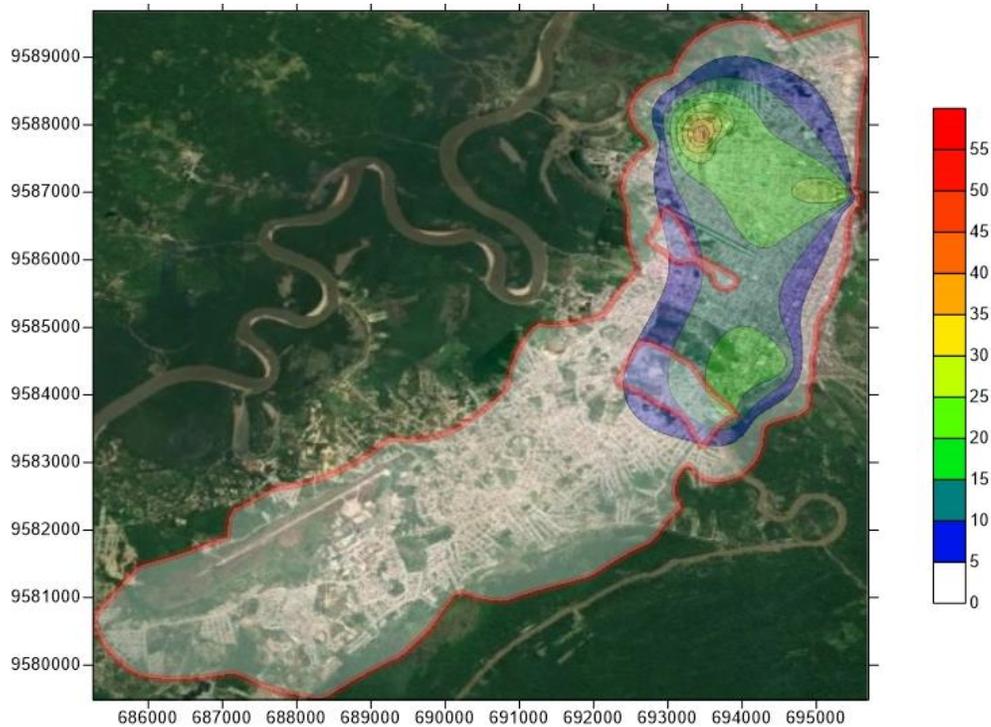
En el mes de mayo, se observó que el parque zonal permanece como valor mínimo (15.4) dentro las zonas muestreadas, sin encontrarse cerca del Límite Máximo Permisible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS); en cuanto a la Estación Navarro Cauper, asumió el valor máximo (45.6) de la zona muestreada como en el mes anterior, sin superar a lo emitido en el mes de Abril, mas no al emitido en el mes de enero, así como se muestra en el Gráfico 5 y la Figura 5:

Gráfico 5: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Mayo – 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

Figura 5: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de mayo - 2018

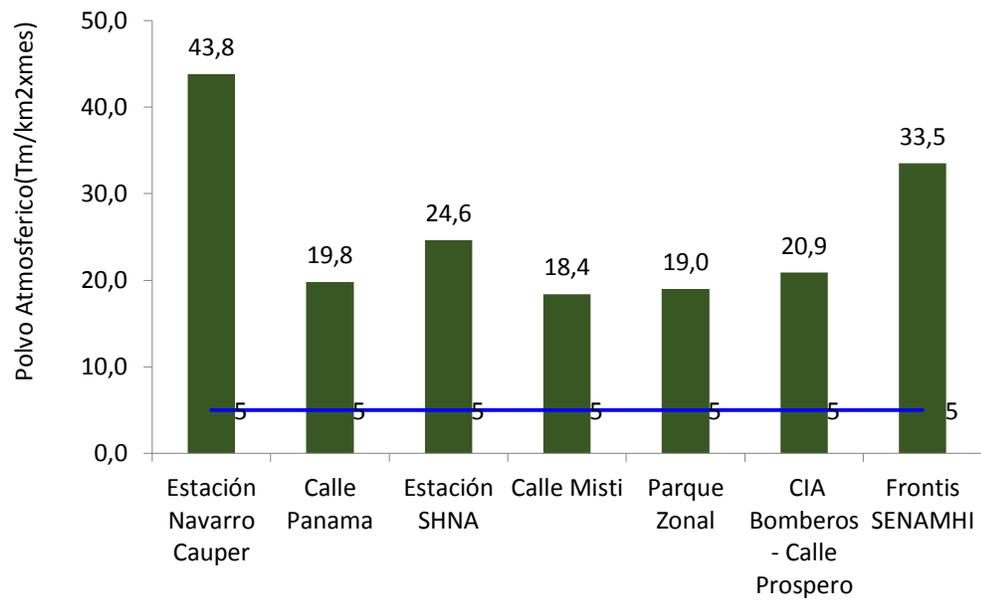


Fuente: Adaptación propia, 2022

En el mes de junio, se observó que la Estación Calle Misti se encuentra como valor mínimo (18.4) sin encontrarse cerca a la emitida en el Límite Máximo Permissible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entendiéndose que posee baja captación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) a comparación de las demás zonas muestreadas; en cuanto a la Estación Navarro Cauper, asumió el valor máximo (43.8) sin superar a lo emitido en el mes de Mayo, mas no

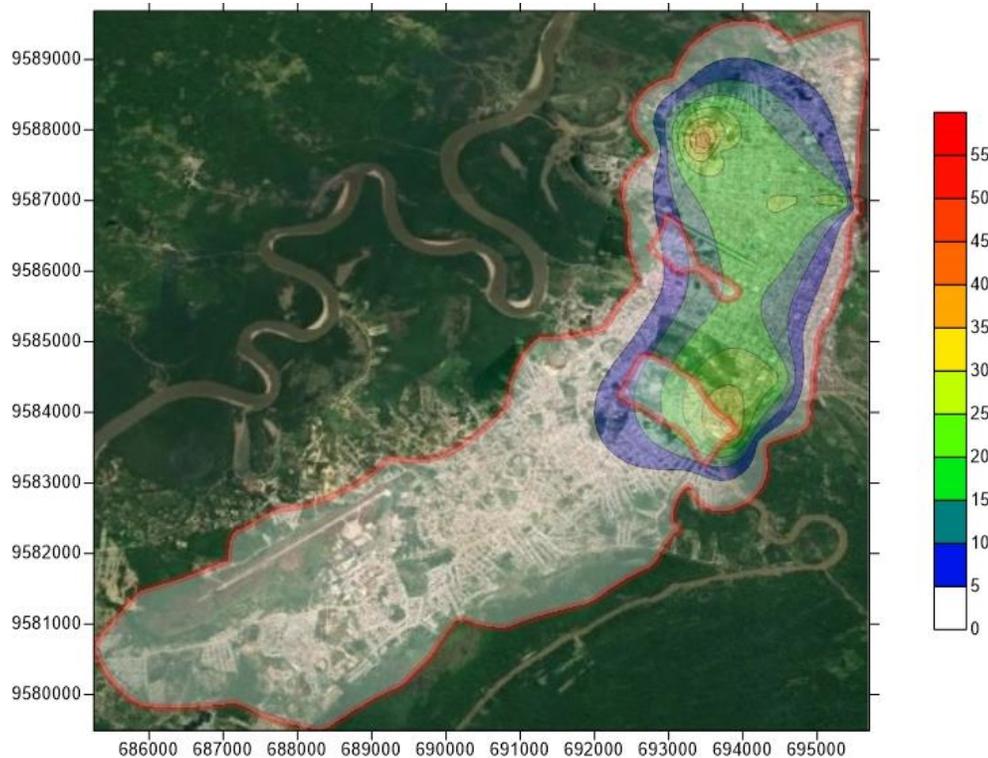
al emitido en el mes de enero, así como se muestra en el Gráfico 6 y la Figura 6:

Gráfico 6: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Junio - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

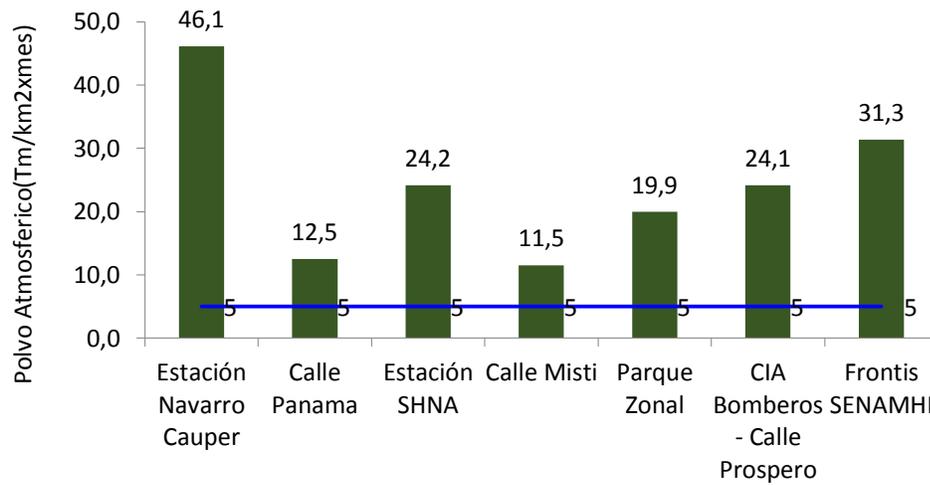
Figura 6: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de junio - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

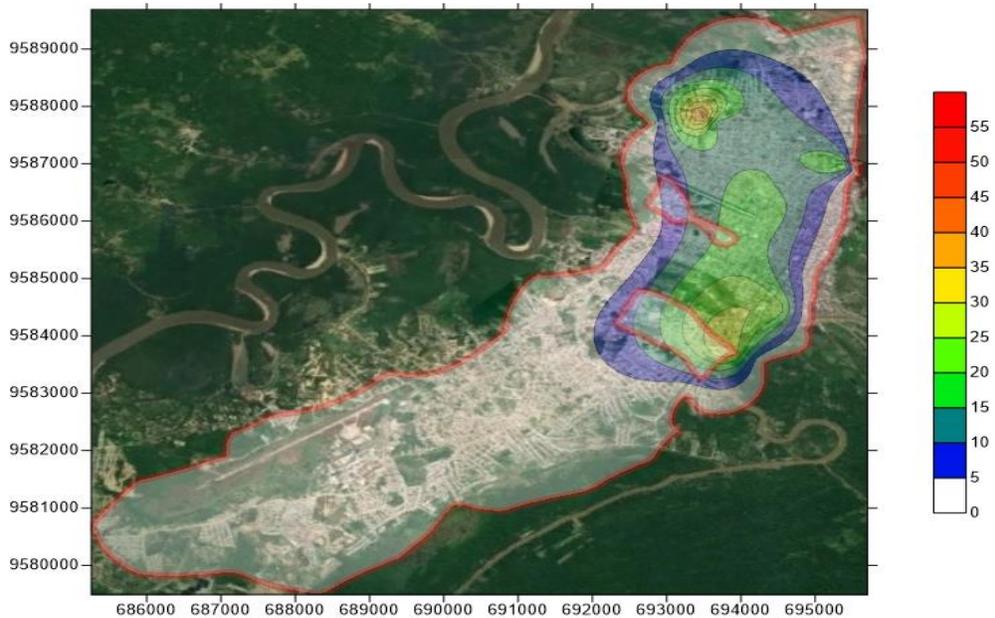
En el mes de julio, se observó que en la Estación Calle Misti se encuentra como valor mínimo (11.5) sin encontrarse cerca a lo emitido en el Límite Máximo Permissible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entendiéndose que posee baja captación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) a comparación de las demás zonas muestreadas; en cuanto a la Estación Navarro Cauper, asumió el valor máximo (46.1) superando a lo emitido en el mes de Junio, así como se muestra en el Gráfico 7 y la Figura 7:

Gráfico 7: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Julio - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

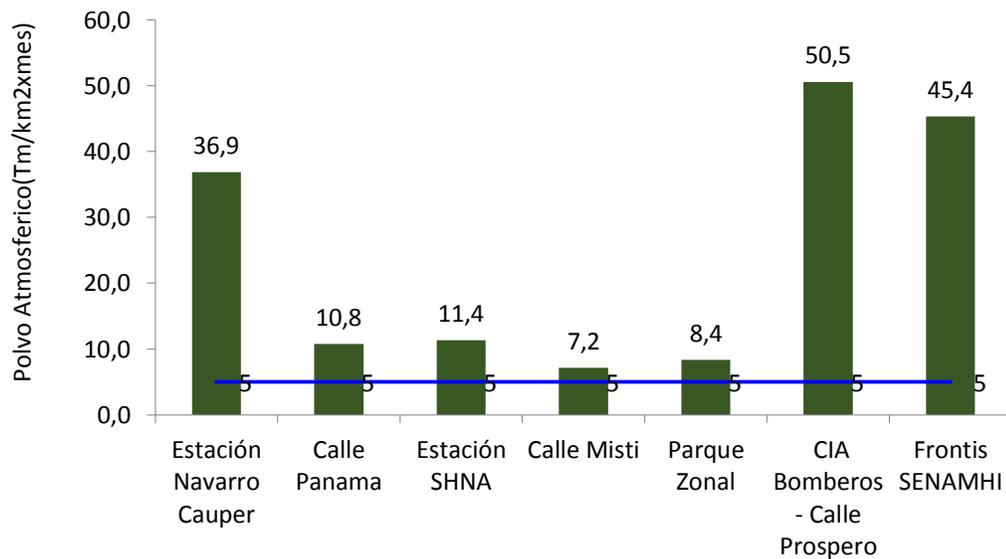
Figura 7: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de julio - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

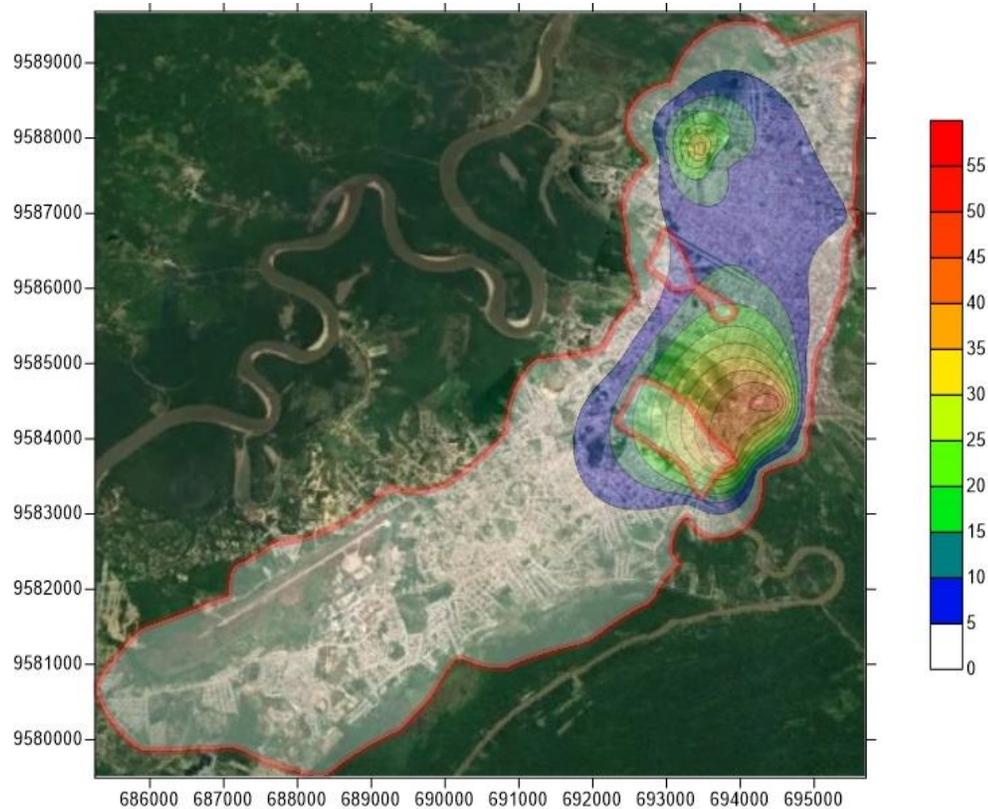
En el mes de agosto, se observó que en la Estación Calle Misti se encuentra como valor mínimo (7.2) encontrándose muy cerca a lo emitido en el Límite Máximo Permissible (LMP) brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entendiéndose que posee baja captación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) a comparación de las demás zonas muestreadas; en cuanto a la Estación CIA Bomberos, asumió el valor máximo (50.0) superando a lo emitido en el mes de Julio.

Gráfico 8: Medición de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Iquitos Agosto – 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

Figura 8: Medición 2D de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mes de agosto - 2018



Fuente: Adaptación propia, 2022

4.2. Determinar la relación de las infecciones respiratorias agudas y el polvo atmosférico sedimentable en los distritos de Iquitos y Punchana

Acorde a la Tabla 6, se puede observar la comparación y relación que existe entre la cantidad de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) ($Tm/km^2 \times mes$) mensual (enero-agosto 2018) de los diferentes puntos de muestreo que se dividen en los distritos de Iquitos y Punchana con la

cantidad de personas que tuvieron IRA's registradas mensualmente (enero-agosto 2018) en el sector salud.

Tabla 6: Cuadro comparativo de la cantidad promedio de Polvo Atmosférico (PAS) y Personas con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) por meses y distritos

Distritos	Meses	Cantidad Promedio De Polvo Atmosférico Sedimentable	Personas Con IRA's
Punchana	Ene	29.71	859
	Feb	34.96	734
	Mar	28.36	1053
	Abr	28.73	1023
	May	27.29	1929
	Jun	26.66	1292
	Jul	23.57	822
	Ago	16.54	937
Iquitos	Ene	29.99	531
	Feb	35.94	481
	Mar	29.40	653

Abr	24.18	925
May	17.48	1213
Jun	24.46	982
Jul	25.14	798
Ago	34.75	611

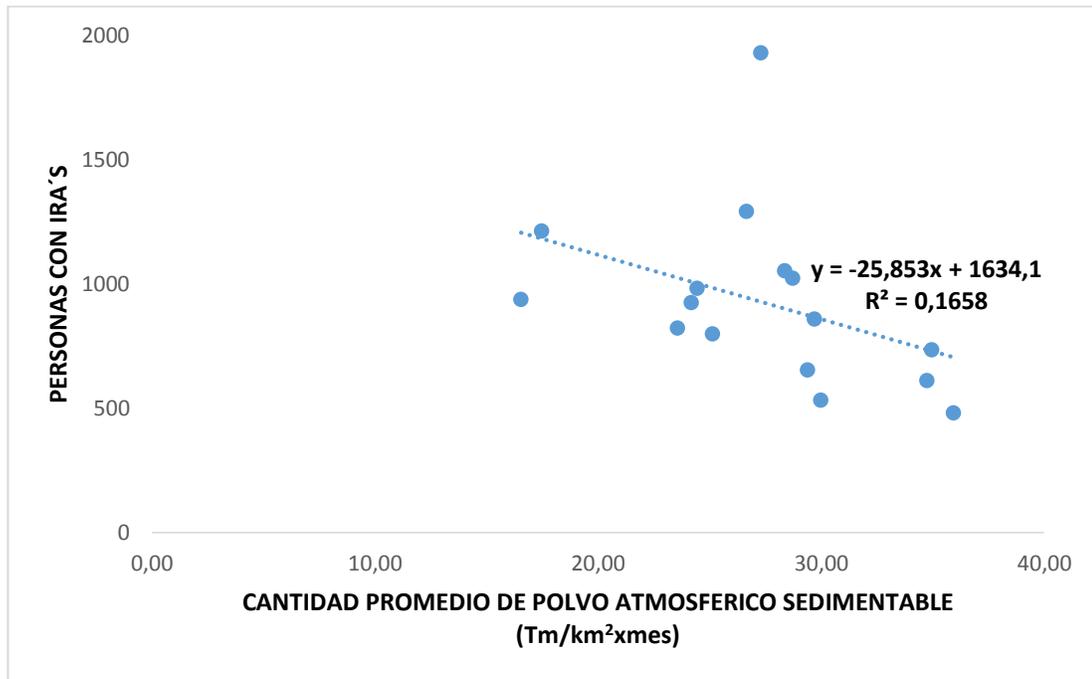
Fuente: Adaptación propia, 2022

Para interpretar los valores del Coeficiente de Correlación de Pearson (48), se tiene entendido lo siguiente:

- ❖ Entre 0 y -0.10: correlación inexistente
- ❖ Entre -0.10 y -0.29: correlación inversa débil
- ❖ Entre -0.30 y -0.50: correlación inversa moderada
- ❖ Entre -0.50 y -1.00: correlación inversa fuerte

Asumiendo lo mencionado, se aplicó una correlación simple paralela a la información de IRA's vs PAS, no siendo significativa estadísticamente hablando, presentándose una relación "espuria". Por lo que para futuros estudios hay que considerar más factores discriminantes, tomando en cuenta como principales a solo correlacionar por sectores, analizar el tiempo de incubación desde la contaminación hasta su efecto sobre la salud, el grupo etario, grado de desnutrición.

Gráfico 9: Relación espuria de los datos analizados de la cantidad promedio de PAS Vs IRA´s



Fuente: Adaptación propia, 2022

Capítulo V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Discusión

Según Hernández et al (2009), sostiene que existe relación entre el polvo atmosférico y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) debido a que entre los meses de mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), anteceden a los mayores reportes de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's), relacionándose débilmente (6); mientras que Gil et al (2003), menciona que existe relación directa entre las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's), esto objeto lo obtenido en los resultados de la presente investigación, ya que las pruebas estadísticas realizadas indican una correlación inversa moderada entre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) durante los meses de muestreo realizados (enero-agosto 2018), a pesar de que en todos los puntos de muestreo, los valores de concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) superaron las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (49).

De la misma manera Bravo (2017), en su investigación donde consideró 12 puntos de monitoreo y recipientes de tipo vaso como captadores del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) a diferencia de los 7 puntos de monitoreo, y la aplicación de las placas receptoras del

presente trabajo de investigación, utilizando la misma toma de muestras para ambos (única y mensual) solo que en el presente trabajo de investigación se aplicó por 8 meses, se determinó para ambos que todos los meses de muestreo superan el Límite Máximo Permisible (LMP) planteado de 5 t/Km²/30 días y las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (50).

Carmona (2009) menciona que el medio ambiente, por ser el espacio natural que nos rodea y el entorno que afecta a los seres vivos condicionando sus circunstancias vitales, alberga diversidad de agentes, entre ellos contaminantes que se encuentran en nuestro alrededor, siendo estos causantes de diversas enfermedades en todo el mundo y principales causas de muerte infantil a nivel mundial (51), teniendo entre ellas, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) como primera causante de mortalidad en infantes; por lo cual Jiménez (2012) indica que las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) emiten diversos efectos en el organismo, todo ello dependiendo de la granulometría, la morfología y la composición química de las partículas a la que se expone un individuo, del tiempo de exposición a las mismas y la susceptibilidad de cada persona (52).

La European Commission y la WHO (2003) mencionan que entre los factores responsables de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's), se encuentran el código genético de la persona, edad,

condiciones sociales, alimentación, nutrición, entre otros; aportando todos ellos a la forma como se presenta, propaga y combate la enfermedad respiratoria, teniendo en cuenta la exposición ambiental en la cual se desenvuelve el paciente diariamente (53), a lo cual Kurmi Op y Ayres Jg (2007) complementan en su estudio que los actores de exposición ambiental, que pueden contribuir al desarrollo de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) son la alimentación y la nutrición, el clima, cambios en la temperatura global, posesión de mascotas, condiciones de poca higiene, inundaciones y humedad (54).

5.2. Conclusión

Se logró estimar el nivel de variación entre las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos de Iquitos y Punchana, en los 7 puntos de muestreo realizados (4 en Iquitos y 3 en Punchana), donde la concentración mínima se registró con 5.27 t/Km²/mes (SEHINAV) y la máxima fue de 54.83 t/Km²/30 días ubicado en la EM1 – Estación Navarro Cauper, ambos pertenecientes al distrito de Punchana y mes de enero.

No existe una relación directa paralela entre los casos de IRA's y PAS, debido a que intervienen muchos factores de adicionales como desnutrición, grupo etario, tiempo de incubación, entornos del punto de monitoreo, etc.

5.3. Recomendación

Que las autoridades establezcan medidas de dispersión de agua mediante cisternas en horas establecidas donde se puede observar más presencia de Polvo Atmosférico Sedimentables (PAS) en las calles.

Los vehículos que transportan materiales de préstamo deberán de utilizar medios de cobertura para evitar la polución de polvo (arena, tierra).

Para próximas investigaciones considerar la calidad del polvo atmosférico sedimentable y más factores adicionales, así como factores climatológicos, ambientales, nutricionales, sociales, económicos y las que sean necesarias.

Aumentar el número de estaciones de monitoreo evaluando las jurisdicciones de los puestos de salud de cada distrito a estudiar.

Referencias Bibliográficas

1. **Sánchez, Joel G. y Rodríguez, Frangi V.** Determinación de la Capacidad de Adsorción de Material Particulado en el Aire en una especie Arbórea *Schinus terebinthifolius* y una rastrera *Aptenia cordifolia* en el Condominio la Quebrada - Cieneguilla. *Trabajo de Titulación - Tesis*. [Documento]. Lima, Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2015. pág. 10.
2. **Alfaro Rojas, Jhonatan, y otros.** Estimación de la velocidad y dirección del viento y determinación de sus efectos en la estimación preliminar de las concentraciones del polvo atmosférico sedimentable en el campus de la USEL, periodo octubre 16 - noviembre 15, 2018, la Molina, Lima, Perú. *TRABAJO MONOGRÁFICO DE INVESTIGACIÓN*. [Documento]. La Molina : UNIVERSIDAD SEMINARIO EVANGÉLICO DE LIMA, Noviembre de 2018. pág. 4.
3. **Mariano, S.** Tratado de la Contaminación Atmosférica, Problemas, tratamiento y gestión. Madrid, España : Mundi-Prensa, 2002. págs. 863-867.
4. **Villacrés, María.** Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionado con el material particulado sedimentable, 2015. *Tesis*. Riobamba, Ecuador : Facultad de Ciencias, Ingeniería en Biotecnología Ambiental, 2015. pág. 137.
5. **Londoño, J., Correa, M. A. y Palacio, C. A.** Estimación De Las Emisiones De Contaminantes Atmosféricos Provenientes De Fuentes Móviles En El Área Urbana De Envigado, Colombia (Estimation Of The Emissions Of Atmospheric Pollutants From Mobile Sources In The Urban Area Of Envigado, Colombia). Envigado, Colombia : Revista EIA, 2013. Vol. 8, 16, págs. 149-162.
6. **Hernández Fuentes, Carlos Eduardo y Rodríguez Pérez, Félix Luis Y Pérez Rodríguez, Antonio.** Polvo sedimentable, asma bronquial y enfermedades respiratorias agudas San Antonio de los Baños. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. [Documento]. s.l. : Revista Habanera de Ciencias Médicas, Enero- marzo de 2009. Vol. 8, 1. ISSN 1729-519X.
7. **Collins, K., y otros.** Understanding Air Pollution and Health in the Binational Airshed of the Imperial and Mexicali Valleys. s.l. : Southwest Center for Environmental Research and Policy, 2003. págs. 1-10.
8. **Vargas, P.** La contaminación Ambiental como factor determinante de la salud. Madrid : Mac Graw Hil, 2005.
9. **EPA, Agencia de Protección Ambiental.** Las Partículas y efectos en la Salud. Washington, EEUU : s.n., 2005.

10. **OMS, Organización Mundial de la Salud.** Guidelines for Air Quality - Guías para la Calidad de Aire. [trad.] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS) OPS). 2000. págs. 1-77.
11. **APROMA, Asociación Profesional del Medio Ambiente.** Evaluación del Impacto Ambiental en la Salud. s.l., España : EDUCA, 2000.
12. **Lozano Coral, Freddy.** Determinación del grado de partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de muestreo pasivo, zona urbana – ciudad de Moyobamba, 2012. *Tesis*. Moyobamba, Perú : Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, facultad de ecología, 2013. pág. 73.
13. **Marcos H., Rubén y Valderrama R., Andrés.** Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad Universitaria-UNMSM. [ed.] Víctor López G. *Proyecto Libro Digital*. Lima : Universidad Mayor de San Marcos, 2011.
14. **Bances Z., Estela, y otros.** Contaminación atmosférica y su impacto ambiental en la ciudad de Moyobamba–San Martín. Tarapoto : Universidad de San Martín, 2003.
15. **Roncal Rabanal, M.** Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo abril – junio 2008. s.l. : Revista científica Fiat Lux, abril – junio de 2008. 2.
16. **Sánchez, O.** Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana, 2014. Lima : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2015.
17. **Silva, José y Montoya, Z arela.** Análisis de la relación entre el comportamiento de los contaminantes sólidos sedimentables con las condiciones meteorológicas en la zona metropolitana de Lima-Callao. Lima-Callao : s.n., 2004.
18. **CONAM, Consejo Nacional del Ambiente.** Plan a Limpiar el Aire de Iquitos-Gesta Zonal de Aire de Iquitos. Primera Edición Iquitos : s.n., 2006. 1, pág. 50.
19. **Artés-Hernández, F., Aguayo, E. y Artés, F.** Alternative atmosphere treatments for keeping quality of ‘Autumn seedless’ table grape during long term cold storage. s.l. : Postharvest Biology Technology, 2004. 31, págs. 59-67.
20. **Marcos, R., y otros.** Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos - Lima. *Tesis*. Lima : Revista científica CEDIT, 2008. 3, págs. 49-58.

21. **Rodriguez Vargas, Jhonny.** Polvo atmosférico sedimentable y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Los Olivos. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. pág. 33.
22. **Carranza, E.** Ecosistema Urbano. *Presentación*. 2013.
23. **Capó, Miguel.** Principios de Ecotoxicología. 1ra Madrid: Tébar : s.n., 2007. pág. 320. ISBN: 9788473602631.
24. **Carter, J.** El Potencial de la Silvicultura Urbana en los países en Desarrollo. *Conceptos*. Santiago de Chile : Unasyuva 44 Dpto. de Montes – FAO – Roma, 1996. pág. 96.
25. **Miranda, Jeissy y Lizbeth, Merma.** Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable y material particulado (PM2.5, PM10) para la gestión de la calidad del aire 2017 en la ciudad de Tacna. *Tesis*. Tacna : UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2017. pág. 35.
26. **EPA, Agencia de Protección Ambiental.** *Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente*. Washington : s.n., 2021.
27. **Roberts, A.** *Manual de Control de Calidad de Aire*. [trad.] Doc. María Hidalgo Mandragón. Primera. s.l. : MCGRAW-HILL, 2000. pág. 800.
28. **INE, Instituto Nacional de Ecología, JICA, Japan International Cooperation Association y EPA, Environmental Protection Agency–US.** *Manual 1 - Principios de Medición de la Calidad del Aire*. Primera. s.l. : INE, Instituto Nacional de Ecología. págs. 13-19. Vol. 1.
29. **Molina, M. y Molina, L.** Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del aire. *Air quality in the Mexico Megacity MIT, USA*. s.l., Mexico : Kowler Academic Publishers, 2001.
30. **Korc Marcelo, F. F.** *El Proceso de Fijación y Revisión de Normas de calidad del aire*. Lima : CEPIS-OPS, 2000.
31. **EPA, Environmental Protection Agency.** Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. *Ambient Air Quality Monitoring Program Quality System Development*. s.l., Washington : Office of Air Quality Planning and Standards, 1998. Vol. II: Part. 1, EPA-454/R-98-004.
32. **CFR, Code of Federal Regulations.** Code of Federal Registers Title 40. *Protection of Environment*. 2004. Part. 58 - Ambient Air Quality Surveillance.
33. **INE, Instituto Nacional de Ecología, JICA, Japan International Cooperation Association y EPA, Environmental Protection Agency–US.**

Manual 3 - Redes Estaciones y Equipos de Medición de la Calidad del Aire. Primera. s.l. : INE, Instituto Nacional de Ecología. pág. 11. Vol. 3.

34. **Rodríguez, V.** Diferencia entre adsorción y absorción. *diferencias.eu*. [En línea] Promociones Urbanas Tadher SL, 2018. [Citado el: 15 de Diciembre de 2021.] <https://diferencias.eu/entre-adsorcion-y-absorcion/>. NIF/CIF: B02291920.

35. **Domenech, X.** Química Atmosférica. Origen y efectos de la contaminación. Madrid, España : Librería Miraguano, 1991.

36. **MINAM, Ministerio del Ambiente.** Estándares de Calidad Ambiental para Aire. Lima, Perú : s.n., 2008.

37. **Cotrina, J. S.** Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la zona metropolitana de Lima-Callao. Lima : s.n., 2008.

38. **Aristizábal, G.** Contaminación del aire y Enfermedad Respiratoria en la población infantil de Puente Aranda. Bogotá : Universidad del Bosque - Secretaría de Salud del Distrito, 1997.

39. **Gutiérrez, Víctor.** Proyecto de monitoreo ambiental, microambiental y de exposición personal a PM10 y PM2,5 en la ZMCM. México : CENICA, 2002.

40. **Ruiz B., Kevin A.** Concentración de polvo atmosférico sedimentable y su relación con la morbilidad asociada a infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Matucana. *Informe de Práctica Preprofesional*. Matucana : Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2016. págs. 10-27.

41. **Rojas, N.** Curso Material Particulado: Industria y Transporte. Bogotá : Universidad de los Andes - Departamento de Ingeniería Química, 2005.

42. **Sanchez-Ccoyllo.** Clasificación del material particulado menor de 10 micrometros PM-10. Barcelona, España : s.n., 2011.

43. **Echenique, Horacio.** Abordaje integral de las infecciones respiratorias agudas. 2da Buenos Aires : Ministerio de Salud de la Nación, 2011. pág. 121. ISSN: 1852-1819.

44. **Sandoval, H.** Contaminación y contaminantes, aspectos científicos, teóricos y prácticos. *Contaminación y contaminantes, aspectos científicos, teóricos y prácticos*. Lima : H. S. L., 2000.

45. **Puigcerver, M. y Dolors, M.** El medio atmosférico: meteorología y contaminación. Barcelona : Universidad de Barcelona, 2014. pág. 246. ISBN: 9788447532520.

46. **MINSA, Ministerio de Salud.** Boletín epidemiológico. Lima : s.n., 2016.
47. **SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.** Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima-Callao/Diciembre - 2008. [ed.] José Silva, Zarela Montoya y Rigoberto Duránd. *Informe*. Lima-Callao : s.n., Agosto de 2008. Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales.
48. **CIMEC.** Consultoría Estratégica de Investigación de Mercados: cimec. *cimec*. [En línea] <https://www.cimec.es/coeficiente-correlacion-pearson/>.
49. **Gil, L., y otros.** Occupational and environmental levels of mutagenic PAHs and respirable particulate matter associated with diesel exhaust in Santiago. Chile : Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2003.
50. **Bravo, L.** Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo. *Tesis de pregrado*. Cuenca, Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.
51. **Carmona Hernández, Juan Carlos.** Infección respiratoria aguda en relación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales. *Archivos de Medicina*. s.l., Colombia : Universidad de Manizales, Junio de 2009. Vol. 9, 1, págs. 69-79. ISSN: 1657-320X.
52. **Jiménez, Almudena Camacho.** Variabilidad de los niveles de PM10 y contaminantes persistentes asociados en ambientes urbanos. *Tesis de doctorado*. Coruña : Universidad Da Coruña, 17 de Diciembre de 2012. págs. 56-62.
53. **European Commission; WHO.** Technical Working Group on priority disease, subgroup Respiratory Health. *Baseline Report on Respiratory Health in the Framework of the European Environment and Health Strategies*. Geneva : s.n., 2003.
54. **Kurmi Op; Ayres Jg.** The non-occupational environment and the lung: opportunities for intervention. [ed.] Chron Respir Dis. United Kingdom : Department of Environmental and Occupational Medicine, Liberty Work Research Centre, University of Aberdeen, 2007. 4, págs. 227-236.
55. **CONAM, Consejo Nacional del Ambiente.** Plan A Limpiar el Aire de la ciudad de Iquitos. 1 [ed.] Consejo Nacional del Ambiente – CONAM. s.l. : Comité Editorial CONAM, Noviembre de 2006.
56. **Hernandez, C.** Polvo sedimentable, asma bronquial y enfermedades respiratorias agudas San Antonio de los Baños. [Documento]. s.l. : Revista Habanera de Ciencias Médicas, Enero- marzo de 2009. 1.

Anexo 1. Matriz de consistencia

“Determinación de la Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y su Incidencia en las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) en los Distritos de Iquitos y Punchana – 2018”					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y su incidencia con las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) en los distritos de Iquitos y Punchana?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles son los niveles de variación de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos Punchana e Iquitos?</p> <p>¿Cuáles es la relación de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) y el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos de Iquitos y Punchana?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y el número de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) en los distritos de Iquitos y Punchana.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICO</p> <p>Estimar y medir los niveles de variación de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos Iquitos y Punchana.</p> <p>Determinar la relación de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) y el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en los distritos de Iquitos y Punchana.</p>	<p>A mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), mayor problema de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) en la población de los distritos de Iquitos y Punchana.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s).</p>	<p>Tiempo de exposición</p> <p>Peso de placa inicial</p> <p>Peso de placa final</p> <p>Cantidad de reporte de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s).</p>	<p>TIPO Y DISEÑO:</p> <p>La presente investigación se desarrolló mediante el tipo descriptivo transversal, porque explica la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) registrado en las Estaciones de Muestreo (EM) ubicadas en los distritos de Iquitos y Punchana, en los meses de enero a agosto del 2018 (estaciones de muestreo determinadas por técnica del ánfora), proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI y la cantidad de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s), en dichos distritos y meses mencionados, emitido por el Espacio de Monitoreo de Emergencias y Desastres - EMED Salud.</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>Distritos de Iquitos y Punchana.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Estuvo conformada por 7 muestras (4 en el distrito de Iquitos y 3 en el distrito de Punchana) mensuales de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) por 8 meses y datos hospitalarios del censo de personas con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA´s) de los distritos mencionados en relación a los meses.</p>

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Foto 1: Caja de Madera para Placas de vidrio



Caja hecha de madera para contener y trasladar las placas de vidrio hacia las Estaciones de Muestreo (7 Estaciones) o hacia el laboratorio para el pesaje de las placas recolectadas.

Foto 2: Estructura Metálica



Estructura que marca el punto de referencia de muestreo, siendo llamada con el nombre de Estación de Muestreo.

Foto 3: Placa de Vidrio



Placa de vidrio utilizada junto a la vaselina industrial para captar el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la Estación de Muestreo.

<p>Foto 4: Ficha de Apuntes</p> <p style="text-align: center;"><u>FICHA DE APUNTES</u></p> <p>ESTACION: CIA - BOMBEROS UBICACION: CALLE PROSPERO C/ PALCATU - FRONTIS POSICION GEOGRAFICA: 694503E, 9584467 N FECHA: _____ HORA: _____ RESPONSABLE DEL MONITOREO: _____ OBSERVACIONES: _____ _____ _____ AREA DEL MUESTREADO: 10 cm x 10 cm: 100 cm² METODO: PASIVO PESO (SIN VASELINA): _____ PESO (CON VASELINA): _____ PESO (CON VASELINA + CONTAMINANTES - MES ANTERIOR): _____ BALANZA: ANALITICA LUGAR DE PESADO: UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS DEL MES: _____ _____ _____ <p style="text-align: right;">Firma del Encargado</p></p>	<p>Foto 5: Balanza Analítica</p> 
<p>Documento en cual se realiza los apuntes de los datos de pesaje de las placas de vidrio con y sin Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).</p>	<p>Equipo de laboratorio para el pesaje de pequeñas masas, debido a su sencibilidad de captación.</p>
<p>Foto 6: Untar la vaselina industrial en la placa de vidrio</p>	<p>Foto 7: Pesar la Placa de vidrio con la vaselina industrial</p>
	
<p>Primer proceso antes del pesaje, colocar la vaselina industrial en todas la placas de vidrio.</p>	<p>Colocar y pesar cada placa de vidrio con vaselina, para obtener el peso inicial.</p>

Foto 8: Apuntar los datos del pesado de la placa de vidrio



Redaccion individual de los datos obtenidos en cada pesaje realizado.

Foto 9: Instalación de la placa de vidrio con vaselina a la estructura metálica



Colocación en cada placa de vidrio en las Estaciones de Muestreo.

Foto 10: Pesar y apuntar los datos de la placa de vidrio con el Polvo Atmosferico Sedimentable (PAS)



Luego de extraer y transportar al laboratorio las placas con Polvo Atmosferico Sedimentable (PAS) se realizó el pesaje correspondiente a cada placa, para luego trasladar los datos obtenidos en la ficha de apuntes.