

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mediante  
muestreo pasivo en Yarinacocha, Ucayali 2022**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Rosa Kristell Enciso Tuanama

**Asesor:**

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, marzo del 2023

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo, Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EVALUACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS) MEDIANTE MUESTREO PASIVO EN YARINACOCHA, UCAYALI 2022”** constituye la memoria que presenta la Bachiller Rosa Kristell Enciso Tuanama para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 31 días del mes de marzo del año 2023.



---

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 30 día(s) del mes de marzo del año 2023.. siendo las 08:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Ricky Bray Saavedra Mego, el (la) secretario(a): Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez y los demás miembros: Mtro. Andres Erick Gonzales López y el (la) asesor(a) Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Evaluación de polvo atmosférico sedimentable (pas) mediante muestreo pasivo en yarinacocha, ucayali 2022. del(los) bachiller/es: a) Rosa Kristell Enciso Tuanama b) c) conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Rosa Kristell Enciso Tuanama

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	


Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.]

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

  
\_\_\_\_\_  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La presente investigación se realizó a causa de la exposición a agentes contaminantes como partículas atmosféricas sedimentables en tres sectores del distrito de Yarinacocha: San José, San Pablo de Tushmo y La Perla, Perú. Esto debido a la acción de parámetros meteorológicos y factores antrópicos como el tránsito vehicular y construcciones civiles que influyen en la dispersión de estas partículas, afectando la salud de los pobladores; generándoles alergias, irritación ocular, enfermedades respiratorias, etc. **OBJETIVOS.** Determinar las concentraciones de PAS, comparar los resultados de estas concentraciones con los valores guía establecido por la Organización Mundial de la Salud a fin de evaluar el grado de contaminación en esas zonas, para lo cual también se analizó la influencia de los parámetros meteorológicos sobre la dispersión de este tipo de material particulado y se elaboraron mapas de dispersión de estos contaminantes por cada mes con el software ArcGIS 10.2. **MÉTODO.** Se procesaron los datos en las pruebas estadísticas de ANOVA y Tukey para verificar la existencia de variación entre las medias. Asimismo, se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson para comprobar la relación entre las variables meteorológicas y de PAS. **RESULTADOS.** Se evidenció que todas las Estaciones de Muestreo sobrepasaron los valores límites de la OMS, existe relación inversa entre la precipitación y el PAS. Del mismo modo, entre la Humedad Relativa y el PAS. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Este artículo servirá de apoyo para futuras investigaciones sobre la incorporación de este Material Particulado Sedimentable como parámetro en el Estándar de Calidad Ambiental aire. Además, fomentar la investigación de plantas para la retención de partículas atmosféricas sedimentables a fin de contribuir al cuidado del medio ambiente y la salud pública.

**Palabras clave:** contaminante atmosférico, meteorología, aire, monitoreo ambiental, muestreo.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The present investigation was carried out due to exposure to polluting agents such as sedimentable atmospheric particles in three sectors of the Yarinacocha district: San José, San Pablo de Tushmo and La Perla, Peru. This is due to the action of meteorological parameters and anthropic factors such as vehicular traffic and civil constructions that influence the dispersion of these particles, affecting the health of the inhabitants; generating allergies, eye irritation, respiratory diseases, etc. **OBJECTIVES.** Determine the concentrations of PAS, compare the results of these concentrations with the guide values established by the World Health Organization in order to evaluate the degree of contamination in those areas, for which the influence of meteorological parameters on the dispersion of this type of particulate material and dispersion maps of these pollutants were prepared for each month with the ArcGIS 10.2 software. **METHOD.** The data was processed in the ANOVA and Tukey statistical tests to verify the existence of variation between the means. Likewise, the Pearson correlation coefficient was obtained to verify the relationship between the meteorological and PAS variables. **RESULTS.** It was evidenced that all Sampling Stations exceeded the WHO limit values, there is an inverse relationship between precipitation and PAS. Similarly, between Relative Humidity and PAS. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** This article will serve as support for future research on the incorporation of this Sedimentable Particulate Material as a parameter in the Air Environmental Quality Standard. In addition, promote research on plants for the retention of sedimentable atmospheric particles in order to contribute to the care of the environment and public health.

**Key words:** *atmospheric pollutant, meteorology, air, environmental monitoring, sampling.*

## INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es uno de los problemas más preocupantes del siglo XXI, debido a que es un riesgo ambiental que conduce al deterioro de la salud humana y a la calidad del aire de nuestro planeta (1). GREENPEACE menciona que la contaminación atmosférica consiste en la presencia de sustancias o partículas sólidas en el aire, tales como: gases de combustión que emiten los automóviles, compuestos químicos de las fábricas, el polvo, polen, etc (2). Según investigación realizada por García et al, el color del polvo urbano es un indicador de la contaminación por metales pesados en la Ciudad de México que representan un riesgo para la salud humana (3). El Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) se define como un grupo de partículas sólidas de diámetro igual o mayor a 10 micras que pueden combinarse con otros contaminantes que, estando suspendidos en la atmósfera, pueden sedimentar junto al polvo y ocasionan efectos negativos en las personas y en su entorno, como problemas respiratorios, alergias, irritación ocular, etc (4).

Para el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales –IDEAM, los parámetros meteorológicos son toda propiedad o condición de la atmósfera cuyo conjunto define el estado físico del clima de un lugar determinado, estas son: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y dirección del viento (5). Mientras que, Lozano en su trabajo de investigación sobre Partículas Atmosféricas Sedimentable (PAS) mediante el método de Muestreo Pasivo, también en una zona urbana, obtuvo un promedio final de 7.0 t/km<sup>2</sup>/mes superando lo establecido por la OMS 5.0 t/km<sup>2</sup>/mes; pudiendo concluir el autor que las PAS tienen relación con las condiciones meteorológicas, es decir en los meses de mayor precipitación menor fue el PAS y viceversa (6).

Si bien no existe normativa nacional con respecto al PAS o Material Particulado Sedimentable, instituciones como SENAMHI y la Dirección General de Salud Ambiental (en adelante, DIGESA) han realizado estudios periódicos de este parámetro en Lima metropolitana y Lima región Ate como parte del monitoreo de la calidad de aire, concluyendo que los distritos con mayor concentración de PAS son San Juan de Lurigancho y Ate (7). Sin embargo, se omite la fuerte evidencia de que material particulado mayor o igual a 10 µm presentan efectos adversos a la salud y al ambiente. Por esta razón resulta necesario seguir investigando sobre este tema para poder recopilar mayor información respecto a las concentraciones de este tipo de material particulado. Por otro lado, en los últimos años hubo un creciente interés por el nivel de PAS, encontrándose estudios en diferentes ciudades como Morales, Tingo María, Moyobamba, Tacna, Lurigancho, entre otros (8).

Además, existe una investigación que aborda las definiciones y metodologías de medición del MPS, y cómo esta se vincula a la evaluación ambiental a cargo del OEFA, presentando una propuesta de parámetro MPS a efectos de que su incorporación pueda considerarse en el ECA Aire, bajo estándares de calidad regulatoria y prevención del riesgo ambiental (9).

En el contexto nacional, la ciudad de Lima es considerada como una de las que tienen mayor contaminación atmosférica, debido a sus principales fuentes de contaminación de vehículos e industrias que evidencian un comportamiento cada vez más alarmante y pone en riesgo la salud de su población (10).

La presente investigación se postuló a causa de la exposición a agentes contaminantes como Partículas Atmosféricas Sedimentables (PAS) en el distrito de Yarinacocha específicamente en tres zonas como (C.P San José de Yarinacocha; C.P. San Pablo de Tushmo; y AA.HH. La Perla); el cual es provocada por factores antrópicos como el tránsito vehicular (mototaxis, motocicletas, autos y otros) y construcciones civiles de las

vías de acceso; también por el factor ambiental como los parámetros meteorológicos (humedad relativa, dirección y velocidad del viento, etc); todo esto afecta la salud de los pobladores; generándoles alergias, irritación ocular, disminución de la función pulmonar, enfermedades crónicas respiratorias y en algunos casos muerte prematura a largo plazo. Por esta razón, los objetivos de esta investigación fueron: Determinar las concentraciones de las Partículas Sedimentables Atmosféricas (PAS), comparar los resultados de las concentraciones de estas partículas con los valores guía establecido por la OMS a fin de evaluar el grado de contaminación en las zonas antes mencionadas, para lo cual también se analizó la influencia de los parámetros meteorológicos sobre la dispersión de este tipo de material particulado, con esta investigación también se elaboraron mapas de dispersión de estos contaminantes por cada mes con el software ArcGIS 10.2. Los resultados de este estudio ayudaron a determinar el grado de contaminación del aire por estas partículas; de esta manera se fomenta la investigación de especies ornamentales captadoras de Polvo Atmosférico Sedimentable a fin de minimizar la contaminación por estas partículas (11). En general, la implementación de estándares ambientales y la mejora del sistema de transporte público son acciones necesarias para reducir la emisión de contaminantes peligrosos a la atmósfera (12).

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Área de Estudio**

Esta investigación se llevó a cabo en tres localidades del distrito de Yarinacocha, estas fueron: San José, San Pablo de Tushmo y La Perla del distrito de Yarinacocha, Perú. El clima predominante es del bosque húmedo-tropical. Los meses entre noviembre y marzo presentan un clima húmedo y templado con precipitaciones moderadas dado que es temporada de invierno, mientras que los meses restantes entre abril y octubre presentan un clima cálido y caluroso (13). La temperatura promedio anual es de 24.2°C y la media mensual es de 27.0°C.

### **Periodo de Estudio**

Para evaluar el grado de contaminación del aire por polvo atmosférico sedimentable (PAS) se realizaron tres repeticiones por punto de muestreo durante el período de tres meses (julio, setiembre y noviembre) para lo cual se consideraron temporadas diferentes, es decir verano (seco y semi-seco) e invierno (semi-lluvioso), a fin de observar la variación de las muestras dependiendo de factores meteorológicos.

### **Procedimiento**

Se instalaron las 09 Estaciones de Muestreo (EM) o casetas, tres estaciones por cada localidad de acuerdo a los Protocolos de monitoreo de la calidad del aire y Gestión de los datos de la Dirección General de Salud Ambiental (14). Cabe mencionar que cada estación de muestreo fue instalada sobre el techo de la vivienda o árbol cercano a la misma. Antes de determinar el peso inicial ( $W_{inicial}$ ) en la balanza analítica digital, se procedió a fundir una película de vaselina al interior de la placa a fin de que este adhiera el contaminante.

### **Toma de muestras**

Se colocaron las placas con vaselina en las estaciones de muestreo y se dejaron expuestas al ambiente durante un mes; después de cumplido el tiempo se retiraron y se reemplazó con otra placa para el monitoreo del mes siguiente; las muestras recogidas se trasladaron al laboratorio de Físicoquímica de la Universidad Nacional de Ucayali. Se determinó el peso final ( $W$  final) de la placa utilizando la siguiente ecuación:  $W \text{ final} = W \text{ placa} + W \text{ vaselina} + WPAS$

Posteriormente, se obtuvo el peso del material particulado sedimentable por la diferencia de pesos:

$$W \text{ final} - W \text{ inicial} = \Delta W = WPAS$$

Luego, se determinó la concentración del material particulado sedimentable:

$$c = (\Delta W \times 30) / (\text{área de placa} \times \text{días de exposición})$$

#### **Donde:**

$\Delta W$  = Diferencia de pesos en miligramos (mg)

$C$  = Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable ( $\text{mg}/\text{cm}^2 / 30$  días)

Área de la placa =  $\pi r^2$  = centímetros cuadrados ( $\text{cm}^2$ ),  $\pi = 3,1416$

### **Determinación de los puntos de mayor contaminación por material particulado sedimentable**

De acuerdo a los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado sedimentable, se determinaron los puntos de mayor contaminación mediante el gráfico de barras de Excel, comparando la concentración de material particulado sedimentable de todos los puntos de monitoreo con el valor límite máximo permitido establecido por la Organización Mundial de la Salud ( $0,5 \text{ mg}/\text{cm}^2/30$  días); cabe recalcar que se usó el valor referencial de la OMS y no un ECA, por el motivo que actualmente no existe un ECA sobre Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en el Perú (15). Asimismo, se elaboraron mapas de dispersión de estas partículas en las tres zonas evaluadas, en el programa ArcGIS 10.2.

### **Influencia de los factores meteorológicos en la concentración de material particulado sedimentable**

a) Para determinar la influencia de la velocidad y dirección del viento se trabajó con la base de datos de la estación meteorológica a fin de generar las rosas de viento en el Software WRPLOT View (16).

b) Para establecer la influencia de la temperatura, humedad relativa y precipitación sobre los contaminantes fue importante obtener el coeficiente de correlación de Pearson para saber el grado de correlación existente entre las variables y la covarianza para determinar la existencia de una relación lineal entre las dos variables y si hay dependencia inversa o negativa, para luego ser representado en el gráfico de dispersión de Excel.

### **Técnicas de Recolección de Datos**

Se utilizó las técnicas documental y observacional. La documental consiste en obtener los datos a partir de registros (17). Por ejemplo, se recolectó la Base de datos de la Estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Mientras que la observacional fue para ver los resultados que indique la balanza analítica.

### **Validación de instrumentos**

La balanza analítica es un instrumento mecánico que fue validado por el Ingeniero encargado del laboratorio de Físicoquímica de la Universidad Nacional de Ucayali, mediante un acta de constatación por haber realizado dichos ensayos. Mientras que los instrumentos documentales, como es la base de datos de la Estación Meteorológica fueron validados mediante las solicitudes presentadas al Rector de la Universidad Nacional de Ucayali.

### **Técnicas de análisis de datos**

El método estadístico para comprobar las hipótesis fue el análisis de varianza (ANOVA), de las cuales esta fue analizada por la prueba Tukey; es decir se compararon las medias de concentración del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) durante los tres meses monitoreados a fin de ver las variaciones entre las Estaciones de muestreo. Asimismo, se realizó el análisis de correlación de Pearson entre los parámetros meteorológicos y la concentración de PAS, para determinar el grado de relación entre ambos métodos y se representó en un gráfico de dispersión de Excel.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Del primer y cuarto objetivo: Determinar las concentraciones de las Partículas Sedimentables Atmosféricas (PAS), mediante el método de placas receptoras; y elaborar mapas de las concentraciones de (PAS) por mes.**

**Tabla 1.** Resultado de concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) durante los tres meses.

<b>Concentraciones de PAS mediante método de placas receptoras (mg/cm<sup>2</sup>xmes)</b>			
<b>Estaciones de muestreo</b>	<b>JULIO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>
EM -01	1.780	1.680	0.797
EM -02	1.570	1.383	0.543
EM -03	1.101	1.030	0.583
EM -04	0.796	1.305	0.485
EM -05	1.692	1.141	0.527
EM -06	1.241	1.928	0.461
EM -07	1.076	1.349	0.410
EM -08	1.908	2.425	0.653
EM -09	1.422	1.670	0.449

## Concentraciones de PAS durante los tres meses en el C.P. San José de Yarinacocha

En la tabla 1, se muestran los resultados de concentraciones PAS que se obtuvieron durante los tres meses, lo cual indican que todas las concentraciones de las Estaciones de muestreo de la localidad de San José (EM-01, EM-02 y EM-03) sobrepasan los límites establecidos según la OMS (0.5mg/cm<sup>2</sup>xmes). Por lo que se elaboraron mapas de concentraciones PAS (Figuras 5,6 y 7) para representar estos resultados durante los meses monitoreados:

### Mapas de dispersión de las concentraciones de PAS durante los tres meses en el C.P. San José de Yarinacocha

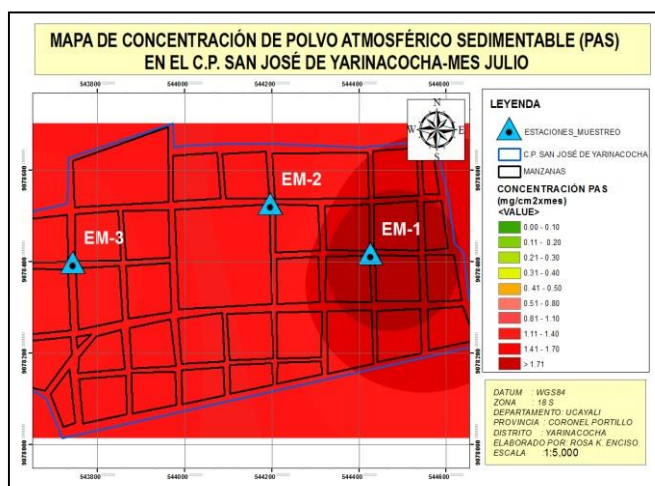


Figura 1. Mapa de dispersión de las concentraciones PAS en el C.P. San José de Yarinacocha- mes Julio.

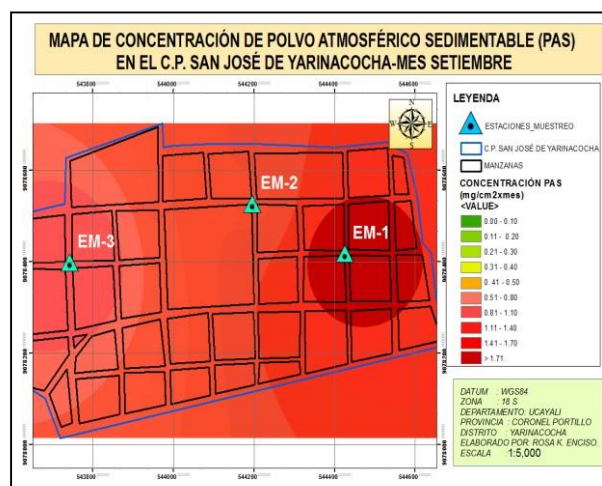


Figura 2. Mapa de dispersión de las concentraciones PAS en el C.P. San José de Yarinacocha- mes Setiembre.

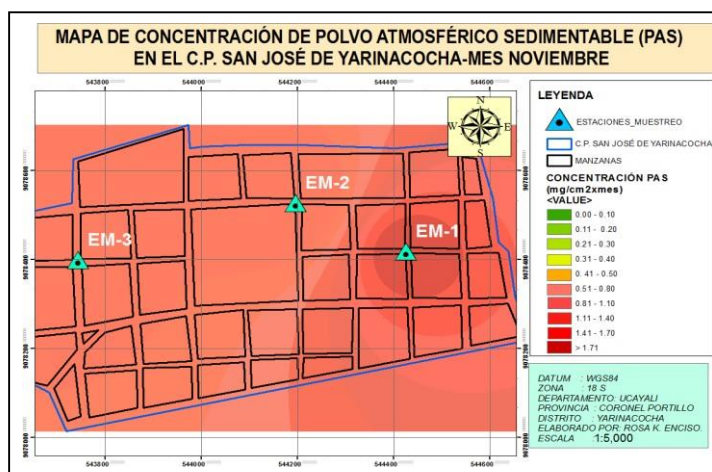
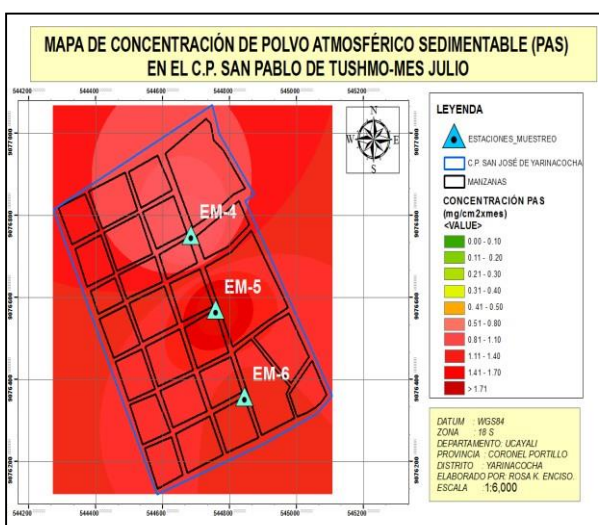


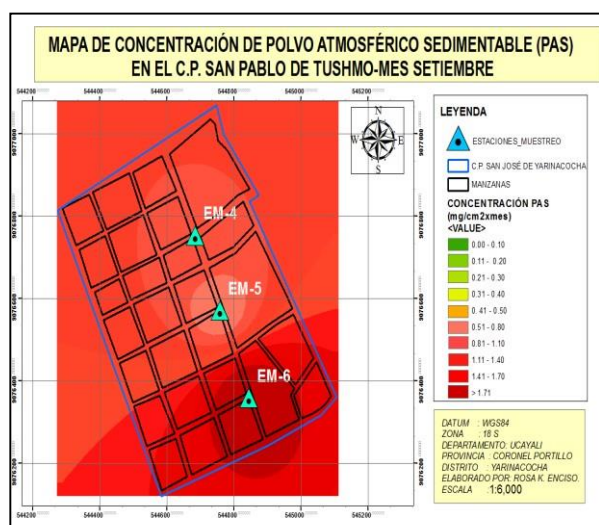
Figura 3. Mapa de dispersión de las concentraciones PAS en el C.P. San José de Yarinacocha- mes Noviembre

**Concentraciones de PAS durante los tres meses en el C.P. San Pablo de Tushmo**  
 Según los valores obtenidos indican que, durante los meses de julio y setiembre, todas las concentraciones de las Estaciones de muestreo sobrepasan los límites establecidos según la OMS. Sin embargo, en el mes de noviembre solo sobrepasa la EM-05, mientras que las EM-04 y EM-06 no superan el valor referenciado. Del mismo modo, se elaboraron mapas de concentraciones PAS (Figuras 8,9 y 10) a fin de representar los resultados obtenidos en dicha localidad.

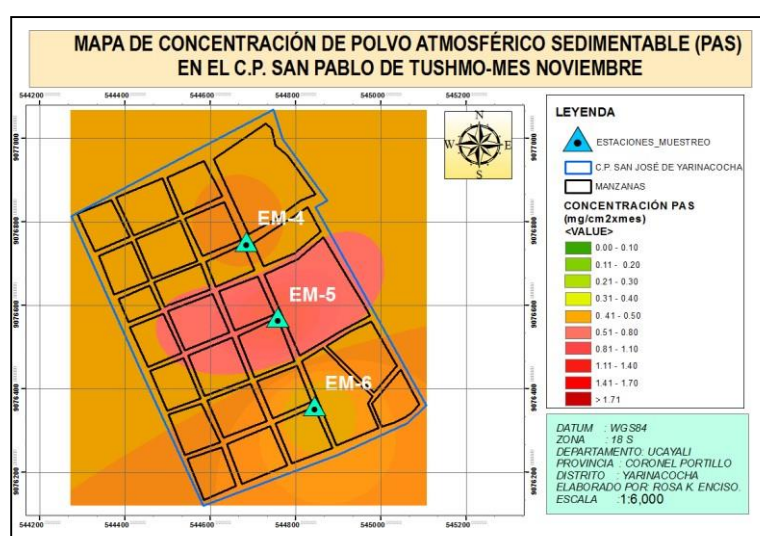
**Mapas de dispersión de las concentraciones de PAS durante los tres meses en el C.P. San Pablo de Tushmo**



*Figura 4.* Mapa de dispersión de las concentraciones de PAS en el C.P. San Pablo de Tushmo-mes Julio.



*Figura 5.* Mapa de dispersión de las concentraciones de PAS en el C.P. San Pablo de Tushmo- mes setiembre.



*Figura 6.* Mapa de dispersión de las concentraciones de PAS en el C.P. San Pablo de Tushmo-mes noviembre.

## Concentraciones de PAS durante los tres meses en La Perla

Los resultados obtenidos indican que en la tabla 1, todas las concentraciones de PAS de las Estaciones de muestreo de la localidad de La Perla, sobrepasan los límites establecidos por la OMS durante los meses de julio y setiembre. Mientras que durante el mes de noviembre solo sobrepasa la EM-08. Seguidamente, se elaboraron los mapas de concentraciones PAS (Figuras 11,12 y 13) para la representación del mismo.

## Mapas de dispersión de las concentraciones de PAS durante los tres meses en La Perla

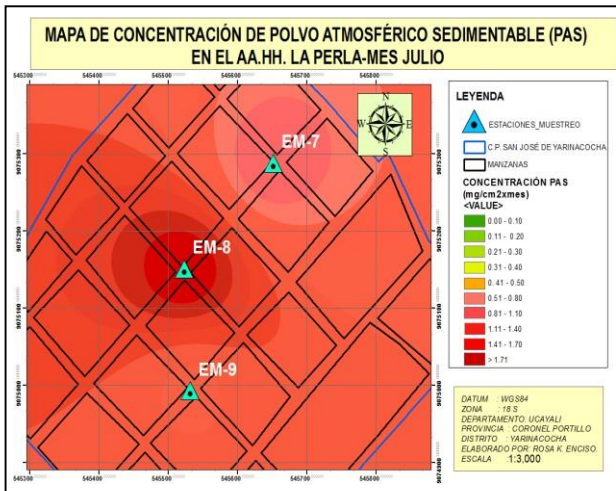


Figura 7. Mapa de dispersión de concentración PAS en AA.HH. La Perla-mes julio.

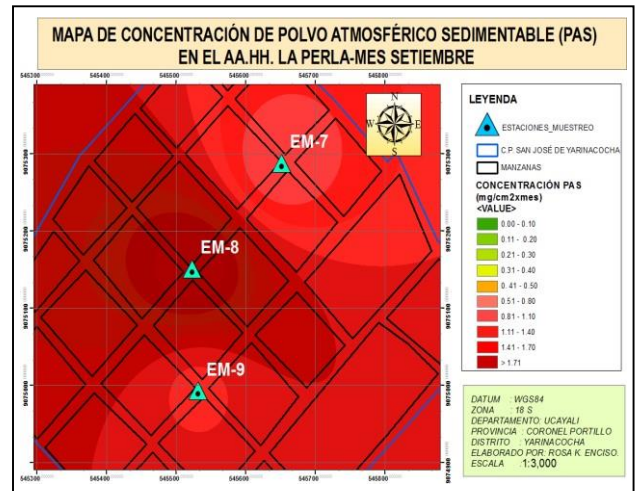


Figura 8. Mapa de dispersión de concentración PAS en el AA.HH. La Perla-mes setiembre.

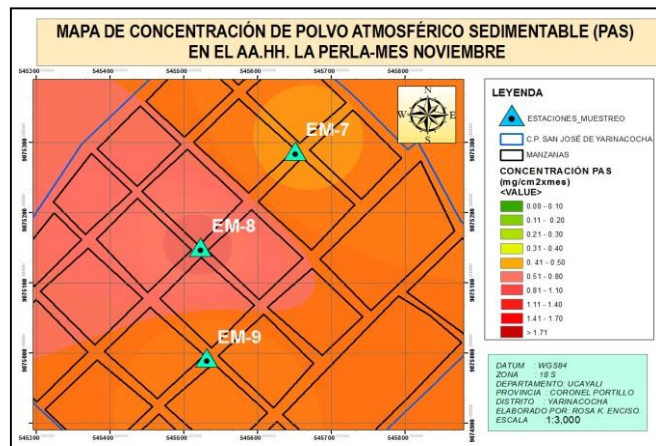


Figura 9. Mapa de dispersión de concentración PAS en AA.HH. La Perla - mes noviembre.

## Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba Tukey por cada Estación de muestreo

El análisis de Varianza (ANOVA) de las siguientes estaciones de muestreo durante los tres meses, mostraron los siguientes resultados menor a 0.05 por lo que se procedió a analizar la prueba Tukey de cada estación:

**Tabla 02.** Resultados de análisis de varianza (ANOVA) de cada estación de muestreo:

<b>Estaciones de muestreo (EM)</b>	<b>p-valor</b>
EM-05	0.0140
EM-06	0.0003
EM-07	0.0143
EM-08	0.0002
EM-09	0.0025

**Tabla 03.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS de las Estaciones de muestreo N°05

<b>Meses EM-05</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>	
PAS Noviembre	0.53	3	A	
PAS Setiembre	1.14	3	A	B
PAS Julio	1.69	3		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 03, se obtuvo que existe diferencia significativa entre las concentraciones PAS de Julio y noviembre.

**Tabla 04.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS de las Estaciones de muestreo N°06

<b>Meses EM-06</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>	
PAS Noviembre	0.46	3	A	
PAS Setiembre	1.24	3		B
PAS Julio	1.24	3		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 04, se obtuvo que existe diferencia significativa en las concentraciones de los tres meses monitoreados.

**Tabla 05.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS de las Estaciones de muestreo N°07

<b>Meses EM-07</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>	
PAS Noviembre	0.41	3	A	
PAS Julio	1.08	3	A	B
PAS Setiembre	1.35	3		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 05, se obtuvo que existe diferencia significativa en las concentraciones de los meses de setiembre y noviembre.

**Tabla 06.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS de las Estaciones de muestreo N°08

<b>Meses EM-08</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>Agrupación</b>	
PAS Noviembre	0.65	3	A	
PAS Julio	1.91	3		B
PAS Setiembre	2.43	3		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 06, se obtuvo Se obtuvo que existe diferencia significativa de la concentración PAS del mes de noviembre comparado con los demás meses.

**Tabla 07.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS de las Estaciones de muestreo N°09

Meses EM-09	Medias	n	Agrupación
PAS Noviembre	0.45	3	A
PAS Setiembre	1.42	3	B
PAS Julio	1.67	3	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 07, se obtuvo Se obtuvo que existe diferencia significativa de la concentración PAS del mes de noviembre comparado con los demás meses.

### **Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba Tukey de cada mes monitoreado**

Después de aplicar el método estadístico de ANOVA y prueba Tukey, se obtuvo que solo existen variaciones y diferencias significativas en las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable del mes de noviembre, con un *p-valor* de: **0.0489**, por lo que se procedió con la prueba Tukey:

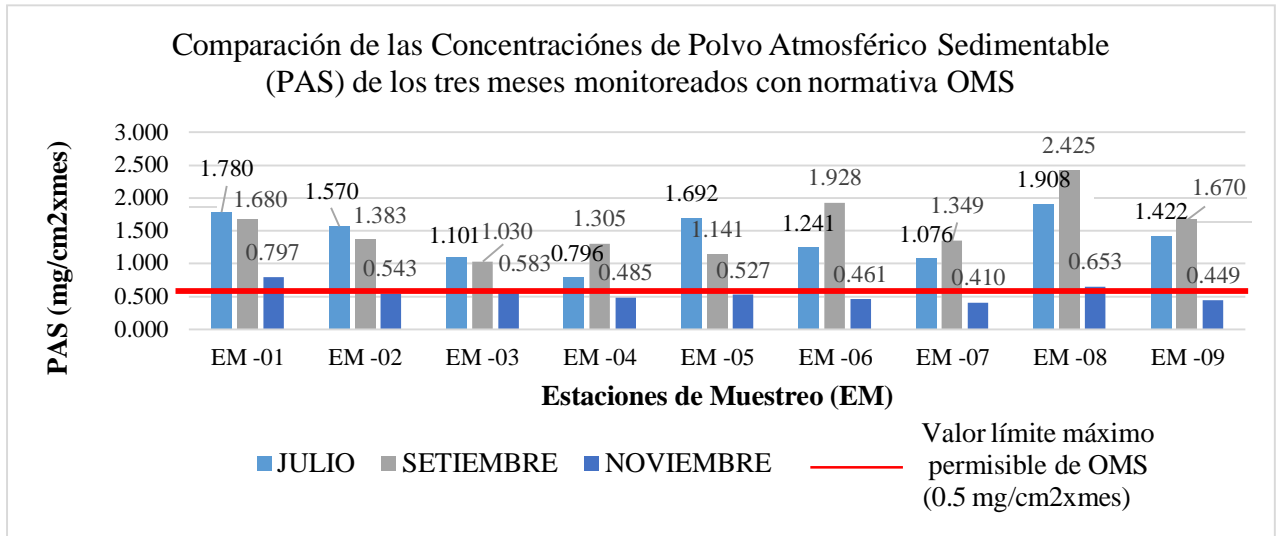
**Tabla 08.** Prueba Tukey de las Concentraciones PAS del mes de noviembre

EM- Noviembre	Medias	n	Agrupación
EM-07	0.41	3	A
EM-09	0.45	3	A B
EM-06	0.46	3	A B
EM-04	0.49	3	A B
EM-05	0.53	3	A B
EM-02	0.54	3	A B
EM-03	0.58	3	A B
EM-08	0.65	3	A B
EM-01	0.80	3	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

**Interpretación:** En la Tabla 08, se obtuvo que existe diferencia significativa entre las concentraciones de la Estación de muestreo 01 y 07 del mes de noviembre.

**Del segundo objetivo:** Comparar los resultados de las concentraciones de las Partículas Sedimentables Atmosféricas (PAS), con los valores guía establecido por la OMS:



**Figura 10.** Comparación de las concentraciones PAS con normativa OMS

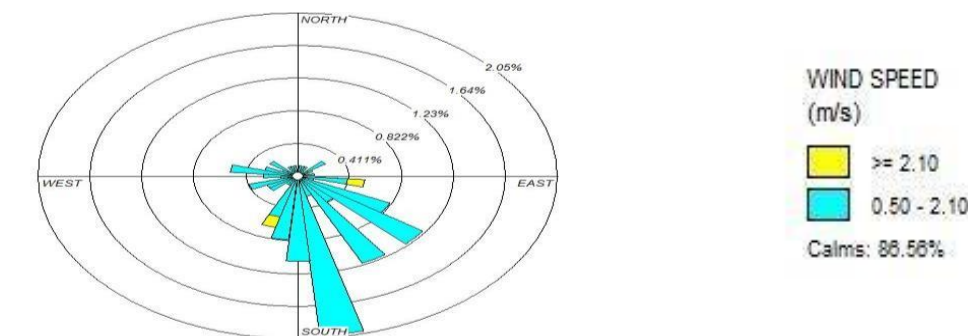
**Interpretación:** En la figura 10, se muestran los valores obtenidos de polvo atmosférico sedimentable en los distintos puntos monitoreados durante los tres meses. Se deduce que las concentraciones de PAS del mes de setiembre son las que obtuvieron valores más altos que sobrepasaron los valores de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Asimismo, las concentraciones del mes de julio obtuvieron concentraciones que superaron este valor establecido por OMS, mientras que las concentraciones más bajas fueron durante el mes de noviembre.

**Del tercer objetivo: Establecer la influencia de los factores meteorológicos en las concentraciones de las Partículas Sedimentables Atmosféricas (PAS).**

Para determinar la influencia de los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), se trabajaron de dos formas:

**a) Influencia de la velocidad y dirección del viento sobre las concentraciones de PAS:**

**ROSA DE VIENTO- MES JULIO**



**Figura 11.** Rosa de viento del mes de Julio- Fuente: WRPLOT View, 2022

### Interpretación:

En la Figura 11, la rosa de viento del mes de Julio, se observó que los vientos de mayor predominancia se dispersan hacia el sur-sureste (SSE) y sureste (SE) con una velocidad de hasta 2.10 m/s (color celeste). Por otro lado, se observó la presencia de vientos que se dispersaban hacia sur-suroeste y este- sureste con velocidades mayores o igual a 2.10m/s (color amarillo).

### ROSA DE VIENTO- MES SETIEMBRE

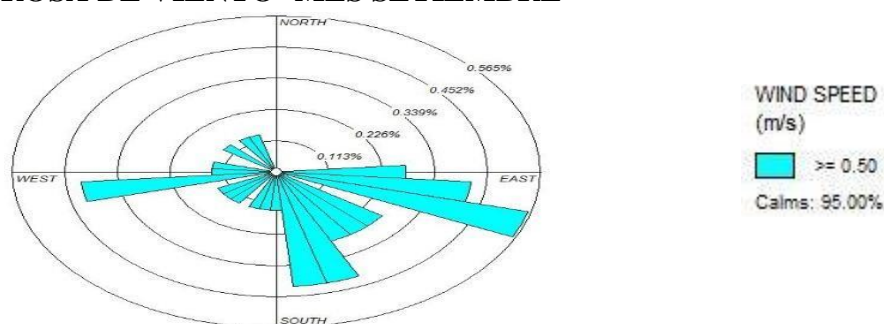


Figura 12. Rosa de viento del mes de setiembre - Fuente: WRPLOT View, 2022

**Interpretación:** En la Figura 12, la rosa de dispersión de vientos del mes de setiembre, se puede ver que los vientos de mayor predominancia se dispersan hacia el este-sureste (ESE) a velocidades mayor o igual a 0.50 m/s.

### MAPAS DE ROSA DE VIENTO- MES NOVIEMBRE

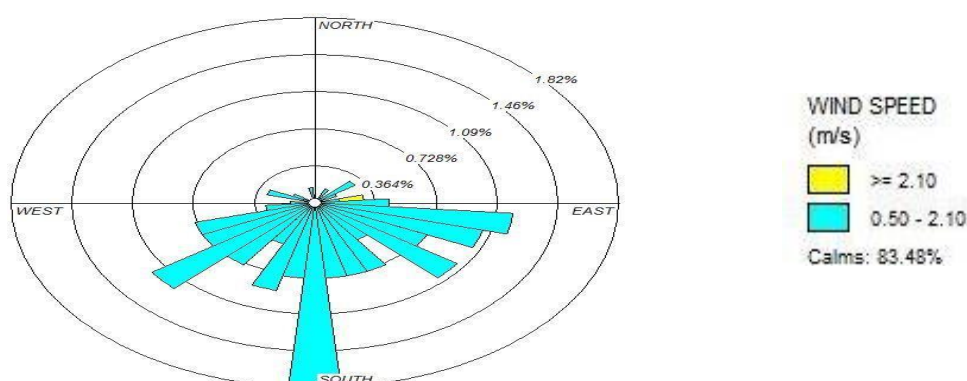


Figura 13. Rosa de viento del mes de noviembre-Fuente: WRPLOT View, 2022

**Interpretación:** En la Figura 13, la rosa de viento del mes de noviembre, se puede ver que los vientos de mayor predominancia se dispersan hacia el sur (S) con velocidades de hasta 2.10 m/s, seguida de otros vientos cuyas dispersiones son hacia el suroeste (SW) y sureste (SE) (color celeste). Del mismo modo, se observó vientos que se dispersan hacia el este-noreste con velocidades mayores o iguales a 2.10 m/s (color amarillo).

Después de lo analizado, se deduce que la velocidad y dirección del viento influyó en la dispersión del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en las tres localidades evaluadas, dado que se estas variables meteorológicas estuvieron presentes en los tres meses con diferentes velocidades.

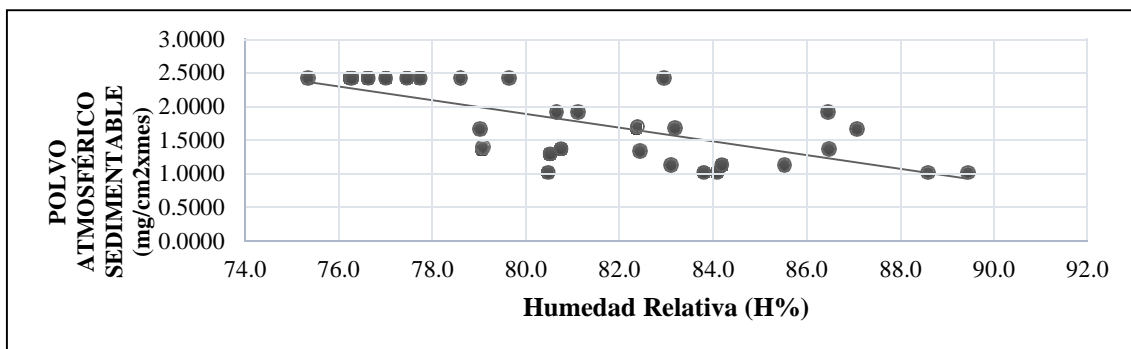
### b) Influencia de la temperatura, humedad relativa y precipitación sobre las concentraciones de PAS (Correlación de Pearson y gráfico de dispersión):

- Influencia de la Temperatura (°C)

Según el resultado obtenido de nivel de significancia: 0,119. Se deduce que no existe relación entre las variables de Temperatura y PAS, dado que el nivel de significancia es mayor que 0.05.

- Influencia de la Humedad Relativa (%HR)

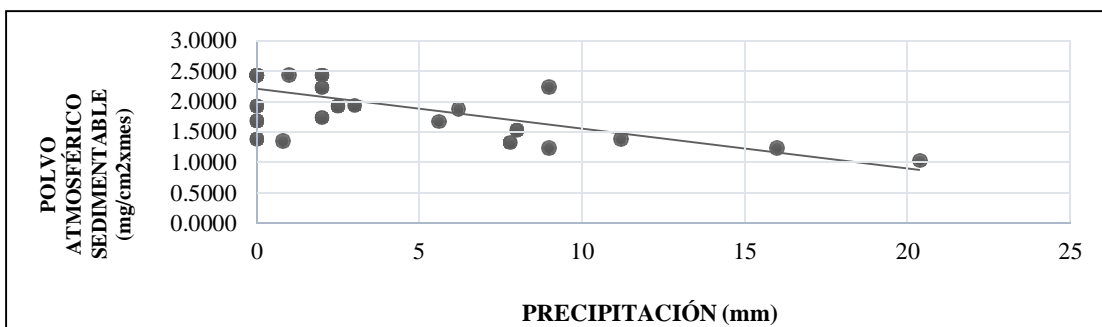
Según el resultado obtenido de nivel de significancia: 0,000. Se deduce que, **si existe relación entre las variables de Humedad Relativa y PAS**, dado que el nivel de significancia es menor que 0.05. En la Figura 14, se observa que existe una relación inversa entre ambas variables. Es decir, el crecimiento en una se asocia con un descenso en la otra. A menor humedad, mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).



**Figura 14.** Dispersión de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) con influencia de la Humedad Relativa en el mes de setiembre.

- Influencia de la Precipitación (mm)

Según el resultado obtenido de nivel de significancia: 0,000. Se deduce que, **si existe relación entre las variables de precipitación y PAS**, dado que el nivel de significancia es menor que 0.05. En la Figura 15, se observa que existe una relación inversa entre ambas variables. Es decir, el crecimiento en una se asocia con un descenso en la otra. A menor precipitación, mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).



**Figura 15.** Dispersión de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) con influencia de la precipitación en el mes de setiembre.

## DISCUSIONES

Se determinaron las concentraciones de las Partículas Atmosféricas Sedimentables (PAS) en las tres localidades del distrito de Yarinacocha, durante los meses de Julio, setiembre y noviembre, obteniéndose que efectivamente durante los meses de vaciante (Julio y setiembre) hay mayor concentración de éstas partículas, sobrepasando los valores límites establecidas por la Organización Mundial (0.5 mg/cm<sup>2</sup>xmes), se evaluaron tres estaciones de monitoreo por cada localidad, cada una de ellas con tres placas en su interior.

Durante el mes de **julio**, en el Centro Poblado de San José de Yarinacocha, la Estación de Muestreo que obtuvo altas concentraciones de PAS fue las EM-01, teniendo en sus placas un promedio de **1.780 mg/cm<sup>2</sup>xmes**, esto debido a que es una zona donde diariamente hay tránsito vehicular y pesado, al mismo tiempo que las calles no están pavimentadas y el tipo de suelo en su mayoría es arcillo-arenoso. En el Centro Poblado San Pablo de Tushmo, la Estación de Muestreo que obtuvo altas concentraciones de PAS fue la EM-05, teniendo un promedio de **1.692 mg/cm<sup>2</sup>xmes**, debido al tránsito de vehículos pesados que a diario transportan material de préstamo desde lugares más alejados hasta la ciudad, provocando la emisión de PAS directamente hacia los techos de las viviendas de los pobladores, además que se observó la ausencia de plantas sembradas paralelamente a la calle que sirva como barrera natural. En el AA.HH. La Perla, la Estación de Muestreo que obtuvo altas concentraciones fue la EM-08, teniendo en sus placas un promedio de **1.908 mg/cm<sup>2</sup>xmes**, debido a la influencia de factores como el tránsito pesado, tránsito vehicular, calles no pavimentadas y factores meteorológicos.

En el mes de **setiembre** también se obtuvieron valores altos en cada localidad, estos fueron los siguientes: Centro Poblado San José de Yarinacocha (EM- 01= **1.680 mg/cm<sup>2</sup>xmes**); Centro Poblado San Pablo de Tushmo (EM-06= **1.928 mg/cm<sup>2</sup>xmes**) y en el AA.HH. La Perla de Yarinacocha (EM-08= **2.425 mg/cm<sup>2</sup>xmes**). Sin embargo, durante el mes de creciente como es el mes de **noviembre**, los valores de Concentración PAS disminuyeron, no obstante, algunas placas sobrepasaron los límites establecidos por la OMS. Sin embargo, las estaciones de muestreo que no sobrepasaron fueron las EM-04, 06, 07 y 09. Esto se debe a que, durante la ejecución del proyecto los pobladores realizaban el riego de sus calles durante las mañanas y tardes, de manera interdiaria. Según estudios realizados por Flores (2017) en la ciudad de Morales, determinaron la cantidad de partículas atmosféricas sedimentables mediante el método de muestreo pasivo. Los resultados mostraron que los resultados sobrepasaron el valor referencial de la OMS, aumentando el riesgo a la salud de la población más vulnerable. Por lo que se concluyó que las calles sin pavimentos son los focos más importantes en contribuir con partículas al ambiente causadas por el transporte y otras actividades (18).

En los resultados de ANOVA y la prueba Tukey por estaciones de muestreo y por cada mes monitoreado, se concluyó que existe varianza en las concentraciones de PAS de las Estaciones de Muestreo 05, 06, 07, 08 y 09. Por lo que se procedió a comprobar las diferencias significativas de las mismas, los resultados para la Estación de muestreo N°05 indicaron que existe diferencia significativa entre las concentraciones PAS de Julio y noviembre, para la Estación de muestreo N°06 se concluyó que existe diferencia significativa en los tres meses, en la Estación de muestreo N°07 se evidenció que existe diferencia entre setiembre y noviembre y finalmente para la Estación de muestreo N°08 y 09 se obtuvo que las concentraciones del mes de noviembre son muy diferentes comparado a los demás meses. Mientras que el análisis de varianza (ANOVA) por cada

mes, indicó que solo las concentraciones del mes de noviembre presentan diferencia significativa entre sus medias, por lo que se verificó mediante prueba Tukey y se comprobó que solo existe diferencia entre concentraciones de la EM-01 y EM-07. Asimismo, en la ciudad de Tingo María, se determinó la variación de medias de las concentraciones de partículas atmosféricas sedimentables en tres áreas de esparcimiento poblacional de las principales vías vehiculares del casco urbano, por lo que era importante construir 04 soportes que permitieran obtener concentraciones de partículas atmosféricas sedimentables, para luego ser analizados mediante pruebas estadísticas y verificar si existe diferencia significativa, por lo que lograron determinar que la Estación Carlos Mariátegui presentó mayor variación y concentración de partículas (16).

Al comparar los resultados con la normativa establecida por la Organización Mundial de la Salud, se deduce que todos los valores obtenidos en las Estaciones de Monitoreo durante el mes de julio y setiembre sobrepasaron los límites permitidos según la OMS ( $0.5\text{mg}/\text{cm}^2\text{xmes}$ ), siendo estos evaluados en tres localidades durante la temporada de verano. Asimismo, algunas estaciones de muestreo sobrepasaron el valor límite en temporada de invierno. Si bien no existe normativa nacional con respecto al polvo atmosférico sedimentable (PAS), instituciones como SENAMHI y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) han realizado estudios periódicos de este parámetro en Lima metropolitana y región, como parte del monitoreo de la calidad de aire, concluyendo que el distrito de Ate concentra los mayores índices de partículas sólidas suspendidas en la atmósfera que sobrepasan el valor referencial de la OMS (19).

Se determinó la influencia de los parámetros meteorológicos sobre la dispersión del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), según los resultados de las rosas de viento se obtuvo la presencia de viento tipo ventolina y brisa según escala de Beaufort con una velocidad promedio de  $2.10\text{ m/s}$  durante los meses monitoreados. La dirección y velocidad del viento tienen la propiedad de dispersar a estas partículas conforme a la velocidad que esté avanzando, el viento desplaza las partículas sueltas, básicamente, según los mismos mecanismos que las escorrentías hídricas, en función del tamaño del grano y de la velocidad del fluido. Igualmente, en Asia oriental definen al viento como uno de los principales factores del transporte del material atmosférico sedimentable a los distintos depósitos (20). Un estudio investigó las características geoquímicas de las partículas de polvo atmosférico en la ciudad de Shiraz (sur de Irán), los datos meteorológicos mostraron que los días más polvorientos solían ser en primavera y verano, particularmente en abril (21). Asimismo, existe relación inversa entre las Concentraciones de PAS-precipitación y PAS-humedad relativa, mientras que la temperatura no tiene relación inversa con el PAS. La región Ucayali tiene un clima tropical, la temperatura promedio de la región es de  $26.44\text{ }^\circ\text{C}$ . En los últimos cinco años se tuvo una media mensual de temperatura máxima de  $31.62\text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que la media mensual de temperatura mínima fue de  $21.26\text{ }^\circ\text{C}$ . El mes con mayor humedad relativa es abril (87.63 %). El mes con menor humedad relativa es agosto (80.94 %). La precipitación pluvial en la Provincia de Coronel de Portillo (Pucallpa) es de  $1,752.8\text{ mm}$  anuales. En periodos secos, el promedio es menor a  $75\text{ mm}$  mensuales. El mes con el mayor número de días lluviosos es marzo (24.97 días) y el mes con el número más bajo es julio (11.50 días). Los vientos en las diferentes épocas del año, por lo general son de baja velocidad, siendo la más alta de  $2.2\text{ m/seg}$ , en el mes de octubre. En Pucallpa, la dirección predominante es la del Norte, estos vientos tienen la característica de ser húmedos y propiciadores de lluvias. Sin embargo, en los meses de julio, agosto y septiembre la dirección de estos es del Sur, son vientos secos y fríos como consecuencia de los “friajes” que se originan en

la zona austral de Sudamérica y recorren el continente por la parte de los Andes Orientales. Son muy conocidas las épocas de “friaje de San Juan” y el “friaje de Santa Rosa” en la Provincia de Coronel Portillo. (22). Según estudio realizado por Méndez y Morán (2020) en la ciudad de Tacna, se llegó a determinar la presencia de una relación inversa entre las condiciones meteorológicas y la dispersión de partículas sedimentables, esto quiere decir que durante los meses de mayor precipitación se identificó un menor número de partículas sedimentables(23).

## CONCLUSIONES

Se concluye que las 09 estaciones de muestreo durante los meses de julio y setiembre (verano) presentaron valores altos respecto a concentración de polvo atmosférico sedimentable, mientras que durante el mes de noviembre (invierno) los valores disminuyeron. Esta diferencia se basa en que, durante la temporada de invierno el material particulado tiende a reposar por acción de la precipitación y la humedad, mientras que durante la temporada de verano por acción del viento y el aumento del tránsito vehicular, se genera el fenómeno de la resuspensión combinándose con otros contaminantes que, estando suspendidos en la atmósfera, pueden sedimentar junto al polvo y se depositan en las diversas superficies como por ejemplo edificios, techos de viviendas, áreas verdes, avenidas y calles con o sin asfalto.

Con los resultados de las pruebas estadísticas de ANOVA y Tukey, se concluye que las Estaciones de muestreo 05, 06, 07, 08 y 09 tienen diferencia significativa durante los tres meses evaluados, asimismo existe diferencia significativa entre los resultados del mes de noviembre comparado a los meses de julio y setiembre.

Los resultados de concentración PAS en cada estación de monitoreo, sobrepasaron el valor referencial de la OMS ( $0.5\text{mg}/\text{cm}^2 \times \text{mes}$ ) durante los meses evaluados, excepto durante el mes de noviembre en la que presentaron valores cercanos o debajo del nivel permitido. Actualmente, el polvo atmosférico sedimentable no se encuentra como uno de los parámetros dentro del estándar de calidad ambiental (ECA) del aire. Sin embargo, investigaciones como la presente ayudarán como antecedente para la inclusión de polvo atmosférico sedimentable en dicha normativa. Los parámetros meteorológicos que influyen en la dispersión de estas partículas son; precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Se recomienda la investigación de plantas retenedoras de Polvo Atmosférico Sedimentable, pues éstas servirían como barreras naturales y medida de control en lugares terregosos y sin pavimento. Entre las especies frondosas estudiadas, las que tienen superficies de hojas cerosas y/o rugosas son más eficaces en la captura de partículas (24). De acuerdo con Alcalá, el polvo atmosférico establece un elemento de estudio para conocer la distribución de partículas contaminantes como los metales pesados y sus efectos en los sistemas ecológicos (25). Según la información encontrada, se pudo observar que las especies de *Terminalia catappa* (Almendro tropical) y *Anacardium occidentale* (Marañón) tienen hojas cerosas. Asimismo, la especie *Ficus benjamina* (Ficus) es una planta con hojas cerosas, pero de frondoso follaje. Todos estos árboles crecen en los sectores del distrito de Yarinacocha por lo que son una buena alternativa como cobertura vegetal para retención de polvo atmosférico sedimentable.

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por el regalo de la vida, porque su presencia siempre está con nosotros en los buenos y malos momentos, a nuestros padres por el apoyo y amor incondicional de siempre. Nuestro agradecimiento al Rector de la Universidad Nacional de Ucayali y al coordinador del Laboratorio de Química Analítica por brindar sus instalaciones para realizar las pruebas y mediciones del presente estudio. Asimismo, al inspector meteorológico por brindarnos información sobre la base de datos de la Estación Meteorológica de Pucallpa. A los pobladores de San José, San Pablo de Tushmo y La Perla, por concedernos el permiso de instalar las casetas de monitoreo y de estar manera continuar nuestra investigación sobre polvo atmosférico sedimentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Motamedi F, Nadoushan MA, Jalalian A. Evaluating the rate of atmospheric dust deposition in Isfahan city. *Atmosfera* [Internet]. 2022 [cited 2022 Sep 20];35(3):601–9. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/atm/v35n3/0187-6236-atm-35-03-601.pdf>
2. GREENPEACE. Monitoreo calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires. Greenpeace Argentina [Internet]. 2018;1–34. Available from: [https://greenpeace.org.ar/pdf/aire/MONITOREO\\_CALIDAD\\_DEL\\_AIRE-Greenpeace.pdf](https://greenpeace.org.ar/pdf/aire/MONITOREO_CALIDAD_DEL_AIRE-Greenpeace.pdf)
3. García R, Delgado C, Cejudo R, Aguilera A, Gogichaishvili A, Bautista F. The color of urban dust as an indicator of heavy metal pollution. *Rev Chapingo, Ser Ciencias For y del Ambient* [Internet]. 2019;26(1):3–15. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v26n1/2007-4018-rcscfa-26-01-3.pdf>
4. Viegas C, Dias M, Almeida B, Vicente E, Caetano LA, Carolino E, et al. Settleable dust and bioburden in portuguese dwellings. *Microorganisms* [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2022 Sep 20];8(11):1–18. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7698071/pdf/microorganisms-08-01799.pdf>
5. IDEAM. Metodología De La Operación Estadística Variables Meteorológicas. *Inst Hidrol Meteorol y Estud Ambient* [Internet]. 2018;113. Available from: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Documento+metodologico+variables+meteorologicas.pdf/8a71a9b4-7dd7-4af4-b98e-9b1eda3b8744>
6. Lozano F. Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo Pasivo, Zona Urbana - Ciudad de Moyobamba, 2012. [Internet]. 2012. Available from: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1084>
7. SENAMHI. Boletín hidroclimático regional [Internet]. Loreto; 2020. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04205SENA-87.pdf>
8. Vargas V. Modelamiento geoestadístico para la determinación de polvo atmosférico sedimentable, usando los métodos de colectores de polvo y placas receptoras en el área de influencia directa de una ladrillera en el Distrito de Calana - Tacna [Internet]. Universidad Privada de Tacna; 2019. Available from: <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
9. Carranza J, Choque K, Mallea M, Rojas A, Valverde S, Llanos J. La incorporación del Material Particulado Sedimentable como parámetro en el ECA Aire para la evaluación ambiental. [Internet]. Proyecto de investigación para la fiscalización ambiental. 2021. Available from:

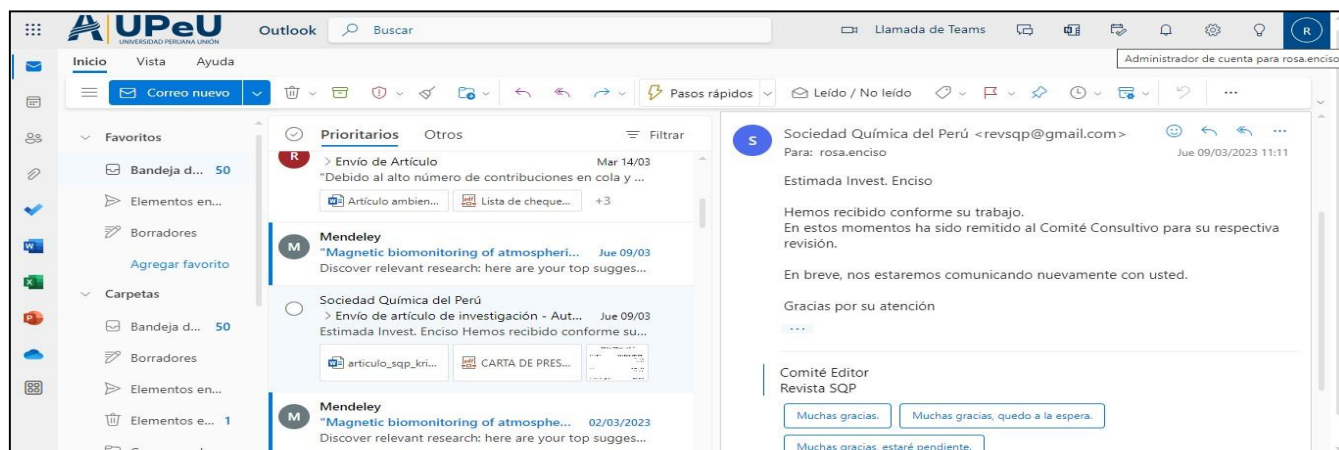
<https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/153/Grupo Nro 4-Carranza J%3B Choque K%3B Mallea M%3B Rojas A%3B Valverde S.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. Hurtado B. Polvo Atmosférico Sedimentable y su influencia en la salud de los trabajadores de la obra: ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Pillco Marca – Huánuco, Octubre –Noviembre 2017 [Internet]. Vol. 0. Universidad de Huánuco; 2017. Available from: <http://distancia.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/610/DIESTRA RODRIGUEZ%252c Alexander-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Phocco Machaca H. Estimación de la capacidad de adsorción del materail particulado del aire en dos especies ornamentales (*Cytisus canariensis* Malva sylvestris) en la ciudad de Puno, 2018 [Internet]. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2019. Available from: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3918>
12. Naderizadeh Z, Khademi H, Ayoubi S. Biomonitoring of atmospheric heavy metals pollution using dust deposited on date palm leaves in southwestern Iran [Internet]. Vol. 29, *Atmósfera*. 2016 [cited 2022 Sep 20]. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56546701004>
13. Panduro AM. Plan de Desarrollo Urbano de Coronel Portillo, incluye a los distritos conurbados de Callería, Yarinacocha y Manantay – Provincia de Coronel Portillo – Región Ucayali” 2017-2027. 2017;61. Available from: [https://municiportillo.gob.pe/images/pdf/doc2018/pdu17-27/memoriad/dp\\_p4.pdf](https://municiportillo.gob.pe/images/pdf/doc2018/pdu17-27/memoriad/dp_p4.pdf)
14. DIGESA. Protocolo de Calidad de Aire y Gestión de Datos Digesa. 2005; Available from: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf)
15. World Health Organization (WHO). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Oms [Internet]. 2005;9. Available from: [https://www.who.int/phe/health\\_topics/AQG\\_spanish.pdf](https://www.who.int/phe/health_topics/AQG_spanish.pdf)
16. Ramos L. Partículas Atmosféricas Sedimentables en tres áreas de esparcimiento poblacional de las principales Vías vehiculares del casco urbano de la ciudad de Tingo María [Internet]. Universidad Nacional Agraria De La Selva; 2017. Available from: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS\\_HRP\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS_HRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
17. Hernandez Sampieri R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la Investigación [Internet]. Sexta. INTERAMERICANA EDITORES, editor. México; 2014. 1–634 p. Available from: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
18. Flores Rojas F. Determinación de la cantidad de partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de muestreo pasivo, en la ciudad de Morales, provincia de San Martín, 2015 [Internet]. Universidad Nacional de San Martín; 2017. Available from: <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2757/AMBIENTAL - Francie Stefanny Flores Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Ruiz K. Concentración de polvo atmosférico sedimentable y su relación con la morbilidad asociada a infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Matucana [Internet]. Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2016. Available from: [https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/C ONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE Y SU RELACIÓN CON LA MORBILIDAD ASOCIADA A INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS](https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/C ONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE Y SU RELACIÓN CON LA MORBILIDAD ASOCIADA A INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS)

20. Abbasi S, Rezaei M, Ahmadi F, Turner A. Atmospheric transport of microplastics during a dust storm. *Chemosphere* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2022 Sep 22];292. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653521039308>
21. Torghabeh AK, Pradhan B, Jahandari A. Assessment of geochemical and sedimentological characteristics of atmospheric dust in Shiraz, southwest Iran. *Geosci Front* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2022 Sep 23];11(3):783–92. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987119301628>
22. Ministerio del Ambiente del Perú. *Indicadores Ambientales Región Ucayali*. 2013;25–7.
23. Méndez A, Morán V. Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del cercado de Tacna 2020 [Internet]. *Artículo de Financial Distress*. Universidad Privada de Tacna; 2020. Available from: <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
24. Caro L, Fanna I, Pitsch E, Vega S, Pereyra M, Hernández L. Árboles: Un Servicio Limpieza en las Ciudades. *Yviraretá* [Internet]. 2017;24:45–50. Available from: <https://rid.unam.edu.ar/handle/20.500.12219/2659>
25. Alcalá J, Rodríguez J, Hernández A, Filippini María, Martínez E, Díaz P, et al. Heavy metals in atmospheric dust deposited in leaves of *Acacia farnesiana* (Fabaceae) and *Prosopis laevigata* (Fabaceae). *Revista FCA UNCUYO* [Internet]. 2018 [cited 2022 Sep 20];173–85. Available from: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652018000200014&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652018000200014&script=sci_abstract&tlng=en)

## ANEXOS

### Anexo 1. Evidencia de sumisión del artículo en la Revista de la Sociedad Química del Perú.



**Anexo 2.** Copia de la resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por el consejo de facultad correspondiente.

**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

**RESOLUCIÓN N° 0194-2022/UPeU-FIA-CF-T**

Lima, Ñaña 01 de marzo de 2022

**VISTO:**

El expediente de **Rosa Kristell Enciso Tuanama**, identificado(a) con código universitario N° 201321047, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO:**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación del Comité Dictaminador del proyecto de tesis;

Que **Rosa Kristell Enciso Tuanama**, ha concluido el desarrollo de la tesis en formato artículo y con la opinión favorable de su asesor, solicita la designación del Comité Dictaminador respectivo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 01 de marzo de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Designar el Comité Dictaminador encargado de administrar el proceso de dictamen correspondiente a la tesis en formato artículo, titulada "Evaluación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mediante muestreo pasivo en Yarinacocha, Ucayali 2022.", presentado por **Rosa Kristell Enciso Tuanama**, otorgándole un plazo máximo de diez (10) hábiles, posterior a la fecha de recepción de la presente resolución, para emitir el dictamen respectivo a través de la plataforma oficial.

Dictaminador 1: Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez

Dictaminador 2: MSc. Andres Erick Gonzales Lopez

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
**DECANA**



  
Dr. Santiago Ramírez López  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

CC:  
Interesado  
Jurado (02)  
Archivo