



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10 Y PM2,5 EN
LAS ESTACIONES DEL SENAMHI UBICADAS EN LIMA
METROPOLITANA DEL AÑO 2018”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Angela Sibel Delgadillo Arredondo (0000-0002-5382-5714)

Asesora:

Susan Mery Medina Canzio (0000-0003-2574-7728)

Co-asesor:

Luis Antonio Ibáñez Guerrero (0000-0002-4659-8787)

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 10 de julio del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Noé Ordóñez Machicao
Miembro: Mg. Guillermo Gonzálo Lazo Alatrística
Miembro: Mg. Gonzalo Níkolos Martell Rosado Ruiz

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10 Y PM2,5 EN LAS ESTACIONES DEL SENAMHI
UBICADAS EN LIMA METROPOLITANA DEL AÑO 2018”**

Presentada por la bachiller:

- **Angela Sibel Delgadillo Arredondo**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dra. Susan Mery Medina Canzio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesista: Angela Sibel Delgadillo Arredondo			Nota (Catorce): (14)
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Noé Ordóñez Machicao
Presidente



Mg. Guillermo Gonzálo Lazo Alatrística
Miembro 1



Mg. Gonzalo Níkolos Martell Rosado Ruiz
Miembro 2



Dra. Susan Mery Medina Canzio Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 10 de agosto del 2023

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Angela Sibel Delgadillo Arredondo, egresado de la carrera de Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Susana Medina Canzio, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10 Y PM2,5 EN LAS ESTACIONES DEL SENAMHI UBICADAS EN LIMA METROPOLITANA DEL AÑO 2018, sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



**Firma tesista
DNI: 70601313**



**Firma del asesor de tesis
DNI: 43371726**

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Estimación de la concentración de PM10 y PM2,5 en las estaciones del SENAMHI ubicadas en Lima metropolitana del año 2018

Autores. Angela Sibel Delgadillo Arredondo.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2180801464).

Resultado de la evaluación. 8%

Revisado por. Dr. Helbert Rubén Borja García.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

Repositorio-TL-Delgadillo A

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	PARIASCA MENDOZA JORGE IVAN. "ITS del Proyecto de Modificación del Programa de Monitoreo Ambiental del Establecimiento Ejército-IGA0018644", R.D. N° 053-2020-MINEM/DGAAH, 2022 Publicación	1%
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
3	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
4	ctscafe.pe Fuente de Internet	<1%
5	upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios padre por guiarme en cada etapa de mi vida. A mis padres por ser la base fundamental de mi desarrollo personal y profesional, por ellos son quien soy hoy en día y siempre viviré agradecida con ellos. A mis hermanas por brindarme la motivación que necesitaba para seguir adelante y lograr alcanzar mis metas y objetivos. A mi abuela que en paz descanse, por creer en mí y apoyarme cuando más la necesité en mi vida. A mi prometido, por guiarme en momentos importantes para alcanzar mis metas.

A mis amigos y compañeros de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, por hacer inolvidable mi etapa universitaria y ser parte de mi vida durante esos años.

¡Muchísimas gracias a todos, los quiero!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Científica del Sur, por brindarme sus instalaciones y herramientas para mi formación profesional durante toda mi etapa universitaria y por hacer de esta vivencia universitaria una etapa maravillosa.

A mi asesora, Dra. Susan Medina, por su asesoría y apoyo incondicional que me brindó antes y durante el desarrollo de la presente de investigación.

Al Ing. Luis Ibáñez por su gran apoyo como co-asesor durante todo el proceso de investigación.

A mis grandes amigos Frank y Federico por su amistad y consejos, por orientarme durante el desarrollo de mi investigación para dar lo mejor de mí.

A mi familia, en especial a mis padres, Gonzalo y Yolanda, por ser mi soporte durante mi formación personal y profesional.

¡A todos los mencionados, muchísimas gracias!

RESUMEN

Lima Metropolitana cuenta con 10 estaciones de monitoreo de calidad de aire del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) para determinar concentraciones de material particulado (PM) y otros gases. Sin embargo, los equipos de medición no logran registrar todos los datos por diversos motivos, dejando vacíos de información en el registro. Ante ello, el objetivo del estudio fue estimar los valores de concentración de PM10 a partir de valores de PM2,5 y/o viceversa, en las estaciones de monitoreo del SENAMHI en Lima metropolitana, para completar los vacíos de información de concentraciones de PM. Los datos obtenidos fueron de la base de datos del SENAMHI 2018, siendo estas estaciones: Puente piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (SJL), Huachipa (HCH), Villa María del Triunfo (VMT), Santa Anita (STA), San Borja (SBJ), Ate (ATE) y Jesús María (CDM). Estos datos fueron analizados mediante el método de regresión lineal simple para correlacionar los datos de concentración de PM10 con PM2,5 para cada estación de monitoreo. Una vez obtenido el modelo para cada estación, se procedió a completar los datos no registrado de PM10 y PM 2,5. Los resultados mostraron un modelo para cada estación y para cada PM (PM10 y PM2,5), siendo la estación con mayor coeficiente de determinación (R^2), la estación CDM con 0.781, seguidos de la estación STA y ATE con valores de 0.630 y 0.526, respectivamente; y también se observó que algunas estaciones presentaron un R^2 bajo. En conclusión, se generaron ecuaciones a partir de regresión lineal para las 10 estaciones en estudio, siendo la estación Jesús Maria (CDM), la estación que mejor relación tiene entre las variables PM10 y PM2,5, con un mayor valor de R^2 que explica el modelo mencionado para completar datos no registrados de PM que presentan las estaciones del presente estudio. Además, las estaciones Ate y Santa Anita son las segundas con mayor relación entre las variables. Asimismo, todas las ecuaciones de las 10 estaciones de monitoreo del SENAMHI del presente estudio presentan una correlación directa (positiva).

Palabras Claves: material particulado, regresión lineal, calidad de aire, estaciones de monitoreo.

ABSTRACT

Metropolitan Lima has ten air quality monitoring stations of the National Service of Meteorology and Hydrology (SENAMHI) to determine concentrations of particulate matter (PM) and other gases. However, the measuring equipment does not manage to record all the data for many reasons, leaving information gaps in the registry. Therefore, the objective of the study was to estimate PM₁₀ concentration values from PM_{2,5} values and/or vice versa, at SENAMHI monitoring stations in metropolitan Lima, to fill the information gaps in PM concentrations. The information was obtained from the SENAMHI 2018 database, being these stations: Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (S JL), Huachipa (HCH), Villa María del Triunfo (VMT), Santa Anita (STA), San Borja (SBJ), Ate (ATE) and Jesús María (CDM). These data were analyzed using the simple linear regression method to correlate the PM₁₀ concentration data with PM_{2,5} for each station. Once the model was obtained for each station, the unrecorded PM₁₀ and PM_{2,5} data were completed. The results showed a model for each station and for each PM (PM₁₀ and PM_{2,5}), being the station with the highest coefficient of determination (R^2), the CDM station with 0.781, followed by the STA and ATE station with values of 0.630 and 0.526, respectively; and it was also observed that some stations presented a low R^2 . In conclusion, equations were generated from linear regression for the 10 stations under study, being Jesús María station (CDM), the station with the best relationship between the PM₁₀ and PM_{2,5} variables, with a higher R^2 value that explains the model mentioned to complete the non-recorded PM data that the stations of the present study present. In addition, the Ate and Santa Anita stations are the second with the second highest relationship between the variables. Likewise, all the equations of the 10 SENAMHI monitoring stations in this study present a direct correlation (positive).

Key words: particulate matter, linear regression, air quality, monitoring stations.