



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y  
CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS  
CONCENTRACIONES DEL GAS ATMOSFÉRICO NO<sub>2</sub>, EN EL  
DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2023“**

Tesis para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental

Presentado por:  
Jaime Armando Alvarez Berberisco (0009-0003-9906-680X)  
Cesar Alejandro Machaca Valqui (0009-0009-1025-0285)

Asesor:  
Lourdes Documet Forger (0000-0001-8688-6137)

Lima – Perú  
2024

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 05 de febrero del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Noé Ordóñez Machicao
Miembro: Mg. Guillermo Gonzálo Lazo Alatriza
Miembro: Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL GAS ATMOSFÉRICO NO<sub>2</sub>, EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2023”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Cesar Machaca Valqui**
- **Jaime Álvarez Berberisco**

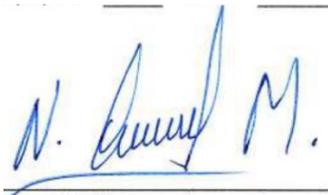
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Lourdes Documet Forger

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) calificar a:

Tesis: Cesar Machaca Valqui & Jaime Álvarez Berberisco		Nota (en letras): 16 (DIECISÉIS)	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( X )	Aprobado-Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

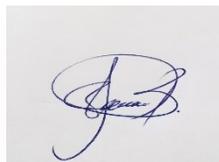
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Dr. Noé Ordóñez Machicao**  
Presidente



**Mg. Guillermo Gonzálo Lazo Alatriza**  
Miembro 1



**Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo**  
Miembro 2



**Mg. Lourdes Documet Forger**  
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 INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Lima, 09 de febrero del 2024

Señor,

Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación**

**Universidad Científica del Sur**

**Presente.** –

De nuestra consideración,

Nosotros , César Alejandro Machaca Valqui , y Jaime Armando Álvarez Berberisco , egresados de la carrera de Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora de tesis , Lourdes Documet Forger , declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL GAS ATMOSFÉRICO NO<sub>2</sub>, EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2023, 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 nuestra 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 <sup>2</sup>, 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: 76507188**



**Firma del asesor de tesis**  
**DNI: 10806875**



**Firma tesista**  
**DNI : 76438174**

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

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

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Influencia de las fuentes fijas contaminantes y condiciones meteorológicas sobre las concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub>, en el distrito de Breña, Lima - 2023

**Autores.** Cesar Alejandro Machaca Valqui; Jaime Armando Alvarez Berberisco

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2296491452).

**Resultado de la evaluación.** 7%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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



## DEDICATORIA

La presente a mis padres, Eddy y Gladys, por su integro soporte, cariño e inalienable motivación en mejorar profesionalmente y en calidad de persona.

A mi hermana, Claudia por alegrar mis días y apoyarme en todos los aspectos

A mis amigos y colegas que me brindaron el apoyo hasta el epílogo de esta etapa.

César

Para mis padres, Jaime y Sonia, por su soporte y empuje durante todas mis etapas y proyectos.

A mis hermanas, Sol y Micaela, por motivarme a ser mejor cada día e inspirarme diariamente.

A mis amigos y colegas por apoyarme y acompañarme durante esta etapa.

Jaime

## AGRADECIMIENTOS

A la MSc Lourdes Documet Forger por su apoyo, y paciencia para abordar de manera conjunta la presente investigación.

A los revisores de la presente investigación, que promovieron su mejora continua.

Al laboratorio Environmental Testing Laboratory, por su apoyo en el procesamiento de las muestras, y proporción de equipos para ejecutar la presente investigación.

A todos los que directamente nos apoyaron en la presente investigación.

## I. ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Identificación del Problema .....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Variables Meteorológicas .....	6
2.2. Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	8
2.3. Fuentes de Emisión de NO <sub>2</sub> .....	9
III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	13
3.1. Objetivos.....	13
3.2. Hipótesis .....	14
IV. METODOLOGÍA .....	15
4.1. Método de la Investigación .....	15
4.2. Tipo y Diseño de la Investigación .....	15
4.3. Población y Muestra .....	16
4.4. Definición de las Variables.....	19

4.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos (procedimientos).....	20
4.6. Análisis de Datos .....	22
4.7. Aspectos éticos .....	25
V. RESULTADOS.....	26
5.1. Parámetros meteorológicos.....	26
5.2. Concentraciones del gas NO <sub>2</sub> en los puntos de monitoreo .....	34
5.3. Influencia de los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones del gas NO <sub>2</sub> en el distrito de Breña.....	37
5.4. Comprobación de la Hipótesis de la Investigación.....	40
VI. DISCUSIÓN .....	41
VII. CONCLUSIÓN .....	44
RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de concentraciones de NO <sub>2</sub> en Perú en los últimos reportes de la OMS. .....	11
Tabla 2 Descripción del muestreo .....	18
Tabla 3 Fuentes fijas de contaminación .....	27
Tabla 4 Temperatura promedio mensual en los puntos de monitoreo.....	29
Tabla 5 Presión atmosférica promedio mensual en los puntos de monitoreo .....	30
Tabla 6 Humedad Relativa promedio mensual en los puntos de monitoreo .....	32
Tabla 7 Velocidad del viento promedio mensual en los puntos de monitoreo.....	33
Tabla 8 Concentración de NO <sub>2</sub> en los puntos de monitoreo durante los 6 meses de estudio .....	34
Tabla 9 Prueba de normalidad de las variables .....	37
Tabla 10 Resultados de prueba H de Kruskal - Wallis.....	38
Tabla 11 Resultados de correlación bivariada Rho de Spearman .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de puntos de muestreo.....	17
Figura 2 Tipo de fuentes contaminantes.....	28
Figura 3 Comportamiento de la temperatura en los puntos de monitoreo.....	30
Figura 4 Comportamiento de la presión atmosférica en los puntos de monitoreo .....	31
Figura 5 Comportamiento de la humedad relativa en los puntos de monitoreo.....	32
Figura 6 Comportamiento de la velocidad del viento en los puntos de monitoreo .....	34
Figura 7 Concentración de NO <sub>2</sub> en cada punto de monitoreo durante los 6 meses de estudio .....	35
Figura 8 Concentración promedio de NO en cada punto de monitoreo.....	36
Figura 9 Análisis directo de Kruskal - Wallis .....	38

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Mapa de ubicación de puntos de fuentes contaminantes en el distrito de Breña..	53
Anexo 2. Ficha de recolección de datos meteorológicos.....	54
Anexo 3. Ficha de recolección de datos del monitoreo ambiental .....	55
Anexo 4. Equipos de monitoreo ambiental .....	56
Anexo 5. Certificados de calidad.....	57
Anexo 6 Base de Datos.....	65
Anexo 7. Pruebas estadísticas en SPSS .....	83
Anexo 8 Panel fotográfico.....	85
Anexo 9. Resolución Directoral Académica de aprobación del proyecto .....	89

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de las fuentes fijas contaminantes, y las condiciones meteorológicas en la concentración del dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) durante las estaciones de monitoreo en otoño e invierno, en el distrito de Breña, Lima -2023. La metodología tuvo un diseño no experimental de corte longitudinal y alcance correlacional – causal. Se identificaron un total de 76 puntos de contaminación asociados a fuentes fijas emisoras, de los cuales se analizaron 13, resultando 69 % del tipo conducidas y 31 % del tipo no conducidas siendo de índole comercial e industrial mayormente. Se determinó que la temperatura promedio mensual varía entre  $26,75^\circ\text{C}$  y  $19,16^\circ\text{C}$ , experimentando disminución hacia los meses de invierno; la humedad relativa promedio, experimentó valores entre 68% y 78% con tendencia al aumento en los meses de invierno. En cuanto a la velocidad del viento, esta varía entre 14,02 y 1,78 m/s, presentando el pico más alto en junio. Se registró una mayor concentración promedio de  $\text{NO}_2$  en el mes de agosto ( $20,219 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el punto E y la más baja en el mes de marzo en el punto M ( $0,003 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); para todos los casos, las concentraciones de  $\text{NO}_2$  no excedieron el valor establecido en el ECA para aire, considerando un período de una hora ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Se encontraron correlaciones entre la concentración de  $\text{NO}_2$  con los parámetros meteorológicos (temperatura, velocidad del viento y humedad relativa). No se encontraron variaciones de la concentración del  $\text{NO}_2$  con las fuentes fijas de contaminación. Se concluye que, solo los parámetros meteorológicos influyen en la concentración del  $\text{NO}_2$  en el distrito de Breña.

Palabras claves: Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), parámetros meteorológicos, fuentes fijas.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of fixed polluting sources and meteorological conditions on the concentrations of atmospheric gas NO<sub>2</sub> during the monitoring seasons (autumn and winter), in the district of Breña, Lima -2023. The methodology had a non-experimental longitudinal design and correlational-causal scope. A total of 76 pollution points associated with fixed emitting sources were identified, of which 13 were analyzed, resulting in 69% of the conducted type and 31% of the non-conducted type, being mostly commercial and industrial in nature. It was determined that the average monthly temperature varies between 26.75°C and 19.16°C, experiencing a decrease towards the winter months; The average relative humidity experienced values between 68% and 78% with a tendency to increase in the winter months. As for wind speed, it varies between 14.02 and 1.78 m/s, presenting the highest peak in June. A higher average concentration of NO<sub>2</sub> was recorded in the month of August (20.219 µg/m<sup>3</sup>) for point E and the lowest in the month of March at point M (0.003 µg/m<sup>3</sup>); For all cases, NO<sub>2</sub> concentrations did not exceed the value established in the ECA for air, considering a period of one hour (200 µg/m<sup>3</sup>). Correlations were found between NO<sub>2</sub> concentration and meteorological parameters (temperature, wind speed and relative humidity). No variations in the concentration of NO<sub>2</sub> were found with the fixed sources of pollution. It is concluded that only meteorological parameters influence the concentration of NO<sub>2</sub> in the Breña district.

Keywords: Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), meteorological parameters, fixed sources.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Realidad Problemática**

A la actualidad, el mundo afronta importantes problemas ambientales a consecuencia de diversos fenómenos y factores como son el inadecuado manejo de residuos, el calentamiento global, cambio climático, entre otros (Córdova et al., 2021). Tras lo cual, se ven afectadas la capa de ozono y la salud humana; donde una mala calidad del aire, factores del cambio climático, estilos de vidas poco saludables y la desunión entre las personas y el medio ambiente, ejercen cada vez más, efectos negativos en la sociedad (Naciones Unidas, 2016).

Factores como el cambio climático afectan las condiciones básicas necesarias para la vida, como los elementos agua, aire no contaminado, seguridad alimentaria y calidad de vivienda (Martí et al., 2015). En efecto, se ha evidenciado que más del 25 por ciento de las muertes de niños menores de 5 años se deben a la contaminación del medio ambiente y que, aproximadamente 800 mil personas mueren anualmente a causa de la contaminación atmosférica (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017).

Según Córdova et al. (2021), es importante tener en cuenta tanto la concentración de contaminantes como el tiempo que alguien está expuesto a ellos al evaluar los riesgos para la salud asociados con respirar aire contaminado. La contaminación se propaga por el movimiento de las masas de aire, que son transportadas a grandes distancias, y aumenta la probabilidad de que las personas se enfermen.

En este contexto, Diestra (2017) señala que las enfermedades pulmonares agudas y crónicas tales como la neumonía, el cáncer de pulmón y las afecciones cardiovasculares se ven exacerbadas por la contaminación atmosférica del entorno

urbano. La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que la contaminación atmosférica es directamente responsable del 29 por ciento de los casos y defunciones por cáncer de pulmón, el 17 por ciento de los casos y defunciones por infecciones agudas del tracto respiratorio, el 24 por ciento de los casos y defunciones por accidentes cerebrovasculares, el 25 por ciento de los casos y muertes por accidente cerebrovascular, y el 43 por ciento de los casos y defunciones por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (World Health Organization, 2018). Según la Agencia de Protección Ambiental [EPA] (2022), la exposición a dosis bajas de  $\text{NO}_2$  puede causar aumento en la actividad bronquial de algunas personas asmáticas, Reducción de la capacidad de los pulmones para funcionar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y mayor probabilidad de contraer enfermedades respiratorias, con mayor énfasis en niños pequeños.

Más del 90% de la población mundial está expuesta a la contaminación del aire a niveles mayores a los recomendados por la OMS, según el Reporte Mundial sobre la Calidad del Aire 2019. Los países del sudeste asiático con ingresos bajos y medios soportan una parte desproporcionada de la carga mundial de contaminación atmosférica, con aproximadamente 3,3 millones de defunciones atribuibles a la contaminación del aire interior y otros 2,6 millones atribuibles a la contaminación del aire exterior en una sola región. Se han documentado altos niveles de  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$  en investigaciones previas sobre la calidad del aire (Córdova et al., 2019); muchos óxidos de nitrógeno son inodoros e incoloros, pero los contaminantes comunes como el  $\text{NO}_2$  y las partículas suspendidas se combinan para convertir muchos paisajes urbanos en un tono entre rojo y marrón (Ozkurt et al., 2014).

Las partículas, los gases, el humo, los óxidos de nitrógeno generados por las industrias, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) generado por las centrales termoeléctricas y las industrias, el monóxido de carbono generado por los transportes motorizados en movimiento, las chimeneas y los incineradores, el ozono y los oxidantes fotoquímicos contribuyen al deterioro de la calidad del aire en Perú.

El Perú se ubica en el lugar 38 del ranking mundial de países con mayor contaminación respecto al parámetro de material particulado, con un indicador de concentración ponderada por habitante ascendente a 23,5  $\mu\text{m}^3$  de PM<sub>2,5</sub>, tornándose de esta forma en el más contaminado de Latinoamérica y el Caribe, superando a países como Chile, Guatemala y México según el reporte sobre calidad de aire mundial de IQAir del 2022 (IQAir, 2021). Adicionalmente, Lima ocupa la posición 18 respecto de las ciudades más contaminadas de Sudamérica, con una concentración promedio anual de PM<sub>2,5</sub> que supera 25,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de acuerdo con el reporte de IQAir del 2022 (IQAir, 2021). En consecuencia, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que Lima, la capital de Perú, era una de las ciudades más contaminadas de América en el año 2014. El distrito Breña, de esta ciudad no es ajeno al problema de la calidad del aire en cuestión. Según la publicación *WHO Ambient Air quality database Update 2023*; la última medición fue realizada en 2020 en el distrito de San Juan de Miraflores, obteniendo 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración del gas. Por otro lado, la OMS (2023), señala que la ciudad de Lima metropolitana no se reflejan determinaciones de NO<sub>2</sub> en los últimos 5 años, lo que incluye el distrito de Breña; siendo la última medición en Lima, en el transcurso del 2014 con concentración promedio de 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El distrito de Breña como parte del centro de la ciudad de Lima, comprende espacios planificados para la industria y conjuntos residenciales para trabajadores,

consecuencia de la bonanza económica que dejaron la segunda guerra mundial y la guerra de Corea. A pesar de ser un distrito que, por su centralidad permite la conexión con vías principales y promueve la productividad y servicios; comprende una gran parte de zonas industriales, comerciales y de equipamientos (Fernández et al., 2014). Este distrito es parte del top 10 con mayor número de problemas de contaminación ambiental, los cuales presentaron para el año 2014, 43% de denuncias por contaminación del aire respecto al total realizadas, 36% por contaminación del agua y 16% por contaminación sonora. Para el año 2015, se registraron concentraciones mensuales promedio en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{PM}_{10}$  sobre los 41,  $\text{PM}_{2.5}$  sobre 32, de  $\text{SO}_2$  sobre los 8 y  $\text{NO}_2$  sobre los 20; estos valores, según los Estándares Calidad Ambiental (ECA) superan las medias anuales para el primer indicador, el cual corresponde a partículas menores a 10 micrones de diámetro capaces de penetrar en las vías respiratorias (Falen, 2015). Todos estos factores hacen imperativa una investigación que aporte información valiosa sobre los niveles de contaminantes en el distrito; así como la identificación de aquellas fuentes que pueden generar un mayor impacto. Esta información es importante para servir como base al desarrollo de estrategias que permitan mitigar el impacto de la actividad industrial, comercial y urbana en el distrito.

Por otro lado, según indicadores dados por diversos canales digitales de la web como The Weather Channel y AccuWeather, el distrito de Breña presenta una índice calidad (ICA) moderado respecto a la concentración de  $\text{PM}_{2.5}$  lo cual puede significar riesgo moderado para la salud (The Weather Channel, 2022; AccuWeather, 2022). La municipalidad de Lima colocó un módulo de vigilancia de calidad del aire en las instalaciones del Instituto Nacional de Salud del Niño – Breña a través de sensores de bajo costo, sin embargo, no ha realizado estudios profundos de monitoreo ambiental en

esta zona de la ciudad de Lima, habiendo localizado puntos en distritos del sur y del norte, donde se registran niveles más elevados de contaminación del aire. Es por ello, que la presente investigación evalúa la influencia de las fuentes fijas contaminantes y las condiciones meteorológicas sobre las concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub> en el distrito de Breña, Lima durante dos estaciones diferentes en el año.

Tal como destaca Flores (2020), en las investigaciones que se han realizado en el ámbito del monitoreo de la calidad ambiental, en el departamento de Lima existen numerosas limitaciones; la población de la región no cuenta con comportamientos proambientales ni cultura de desarrollo sostenible. Se destacan principalmente la falta de información regular y de calidad y la falta de participación de los ciudadanos ante la problemática de la contaminación del aire. Es por esto que esta investigación ofrece información detallada, específica y tomada de forma consistente en el tiempo sobre uno de los contaminantes más importantes del aire. Esto permitirá contar con una mayor comprensión de los factores de riesgo en los niveles de contaminante que pueden llegar a ser nocivos en el aire de la ciudad.

## **1.2. Identificación del Problema**

La presente investigación parte de la siguiente pregunta: ¿De qué manera influyen las fuentes fijas de contaminación y las condiciones meteorológicas en las concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub> durante 2 estaciones del año en el distrito de Breña, Lima – 2023?

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Variables Meteorológicas**

Las interacciones que suceden entre los procesos físicos que presenta la atmosfera, genera condiciones particulares en lugar y tiempo determinado, conociéndose como “tiempo” o “condiciones meteorológicas”; estas pueden variar en el orden de minutos u horas de manera constante; sin embargo, puede presentar patrones repetitivos o típicos que se reconocen cuando se observan durante un período de tiempo prolongado, definiendo lo que se conoce como “clima” (Ahrens, 2009).

#### **a. Humedad Relativa**

La humedad relativa, es considera como un factor importante en la dispersión de algunos contaminates atmosféricos, debido a la capacidad de producir acidificación de los óxidos en atmósferas saturadas muy húmedas. Como parámetro, indica la cantidad de vapor de agua presente en la atmosfera en relación con la saturación (cantidad) del vapor, expresada en forma de porcentaje (Junco y Arana, 2022; Lara et al., 2017).

#### **b. Temperatura**

La temperatura es un elemento climático que indica el grado de calor o frío sensible en la atmosfera; a la vez que representa el aspecto más importante al momento de comprender la ubicación de distintos tipos de clima. Para su medición, se emplean valores mínimos, máximos y promedio (López del Pino y Martin, 2015). La temperatura influye en los procesos atmosféricos que contribuyen a la dispersión de contaminantes; asimismo, se asocia con la variación de emisiones de contaminantes

desde fuentes de motores de combustión interna y con variaciones en el uso de combustibles (Bazante, 2015).

### **c. Velocidad y dirección del Viento**

Estos parámetros han sido utilizados para estudiar la dispersión de los contaminantes atmosféricos en puntos específicos para determinar su dirección y probable afectación a la salud de las personas (Lara et al., 2017). La velocidad del viento se refiere al desplazamiento de masas de aire que sufren alteraciones por el relieve y la aceleración de Coriolis (fuerza aparente causada por efecto de la rotación de la tierra sobre su propio eje que provoca una desviación de la trayectoria del viento). La dirección del viento, como menciona Parker (2001), se supedita a la distribución y comportamiento de los centros isobáricos a través de los cuales el contaminante producido por la fuente puede desplazarse. Se dice que, la dispersión de contaminantes en la atmosfera se asocia principalmente, por las variaciones de velocidad y dirección del viento.

Una de las causas principales de la generación de vientos, es el gradiente de presión existente entre dos puntos, donde el aire se mueve desde zonas de alta presión hacia zonas de menor presión, este gradiente es a su vez, producido por el aumento de calor diferenciado en la superficie de la tierra y las masas de aire circundantes en sitios diferentes (Bazante, 2015).

De acuerdo con Ahrens (2009), el viento es uno de los factores principales que influye en la contaminación ambiental, dado que tiene la capacidad de diluir los contaminantes desplazándolos de su fuente de emisión, es por ello que, la velocidad y dirección del viento juegan un papel importante, ya que determina que tan rápido pueden ser desplazados los contaminantes.

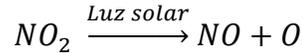
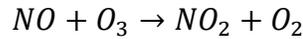
## 2.2. Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Khaled et al. (2017) señalan que los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son considerados uno de los principales contaminantes en áreas urbanas. Son muy reactivos y juegan un rol significativo en la química de la atmosfera. Sus concentraciones en el aire ambiente son producto de procesos de acumulación, dispersión, transformación y remoción. Por lo general, las concentraciones de los NO<sub>x</sub> varían rápidamente en el transcurso del día en zonas urbanas con un tiempo de residencia típico de algunos días.

Notario et al. (2012) menciona que los NO<sub>x</sub> pueden conducir a la generación de algunos contaminantes tales como el ozono (O<sub>3</sub>), la lluvia acida o la niebla tóxica través de reacciones fotoquímicas. También pueden reaccionar con otros compuestos presentes en la atmosfera para formar pequeñas partículas que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) más conocidos son el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ambos son gases incoloros, sin embargo, en concentraciones significativas pueden presentar color parduzco en el aire producto de la absorción de luz en algunas zonas del espectro visible tales como la azul y verde. Adicionalmente la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) reconoció al NO<sub>2</sub> como uno de los seis (6) contaminantes establecidos como criterio en los estándares del aire (Jacobson, 2012).

En concordancia con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), el origen del NO<sub>2</sub> es mayormente secundario, porque se genera a partir de la oxidación del NO emitido hacia la atmosfera, siendo la reacción con O<sub>3</sub> la principal vía de conversión, la cual puede volver a formar NO en una reacción circular. Con relación al NO<sub>x</sub>, las reacciones que se presentan en la atmosfera son las siguientes:



### 2.3. Fuentes de Emisión de NO<sub>2</sub>

De acuerdo con Pacheco et al. (2009), una fuente de emisión es aquella que produce contaminantes en la atmósfera a partir de actividades, procesos u operaciones que resultan dañinas para el entorno ambiental. Esta puede ser del tipo móvil o fija; esta última es considerada como aquella instalación establecida en un espacio determinado tales como algunas industrias como son la petrolera, la química, la textil, metalúrgica, etc.

Jacobson (2012) señala que la fuente principal de producción de NO<sub>2</sub> es la oxidación del NO. Las fuentes menores comprenden la quema de combustibles fósiles, de biomasa y biocombustibles; durante el proceso de combustión las emisiones representan alrededor del 5 – 15% de los NOX totales. Las fuentes interiores de NO<sub>2</sub> comprenden aparatos de gas, calentadores de queroseno, estufas de leña y cigarrillos. Los fregadores de NO<sub>2</sub> incluyen fotólisis, reacción química, deposición en la superficie del suelo y disolución en aguas superficiales (Jacobson, 2012).

En cuanto a las fuentes antropogénicas, las emisiones más comunes provienen de los vehículos y otras fuentes móviles, así como de calderas en algunas plantas generadoras de energía. Finalmente, otras fuentes tales como la manufactura de vidrio, refinación de petróleo y producción de ácido nítrico (Junco y Arana, 2022).

### 2.4. Estándar sobre NO<sub>2</sub> en el aire

El estándar nacional de calidad ambiental (ECA) para aire circunscritos en el DS N° 003-2017-MINAM, indican que la concentración máxima de dióxido de nitrógeno ambiental

para el período de una hora es de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ministerio del Ambiente del Perú [MINAM], 2017). Este límite es idéntico al establecido en los estándares internacionales de la OMS , a través de sus Directrices Mundiales sobre la Calidad del Aire – 2021 (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021).

## **2.5. Metodologías de monitoreo y medición**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (IECC, 2013), en la determinación directa de contaminantes, se aplica una metodología conocida como muestreo de la fuente, en la cual se obtiene directamente de las chimeneas de descarga la concentración del contaminante y el volumen de aire que lo transporta; este método se caracteriza por contar con una gran precisión, contando con procedimientos de muestreo estandarizados y teniendo un coste elevado. Los métodos indirectos suelen ser mucho menos precisos, al basarse en estimaciones de las emisiones en función del proceso industrial; de esta manera, los factores de emisión se basan en la aplicación de un cociente en función de la actividad de un proceso determinado, considerando las horas de trabajo, el consumo energético, la cantidad de producto que sale de dicho proceso y obteniendo así una estimación de las emisiones; otra forma de realizar una estimación indirecta se basa en un balance de masa, que consiste en un cálculo en función de las entradas y salidas de los procesos, considerando la cantidad de contaminante como la diferencia entre entradas y salidas.

## **2.6. Fuentes fijas de $\text{NO}_2$ en ambientes urbanos**

Cuando se analizan las fuentes de emisión fijas, se debe considerar que estas emisiones pueden ser conducidas o no conducidas. Las emisiones conducidas son transportadas a la atmósfera a través de ductos o chimeneas por lo que pueden ser

medidas de manera directa, las fuentes no conducidas no pueden medirse de manera directa ya que suelen estar asociadas a procesos a cielo abierto o fugas no controladas; por lo que deben determinarse de manera indirecta mediante factores de emisión o balances de masa. Las fuentes conducidas suelen estar asociadas a procesos de combustión en los cuales se queman sólidos, líquidos en los cuales el dióxido de nitrógeno se encontrará en los gases de combustión; las fuentes indirectas suelen provenir de equipos y conexiones que requieren las plantas para su operación, tales como secado, trituración, separación, síntesis de químicos, y otros (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2013).

## 2.7. Concentraciones típicas de NO<sub>2</sub>

Según la OMS (2023), en su reporte a propósito de la calidad del aire, se tiene que los últimos datos para el Perú fueron obtenidos en monitoreo del año 2020 en San Juan de Miraflores, obteniendo 16 µg/m<sup>3</sup>, se puede observar una tendencia fluctuante tanto año a año como entre los distintos distritos; encontrándose entre 14 y 25 µg/m<sup>3</sup>. Los datos a nivel internacional reflejan resultados similares en las últimas mediciones de otros países de América Latina como Brasil: 23 µg/m<sup>3</sup>, en 2019; Ecuador: 27 µg/m<sup>3</sup> en 2020 y Argentina: 21 µg/m<sup>3</sup> en 2021. En varios países de Latinoamérica, como Venezuela o Colombia, no se tienen datos de los últimos 5 años.

**Tabla 1**

*Distribución de concentraciones de NO<sub>2</sub> en Perú en los últimos reportes de la OMS.*

Distrito del Perú	Año	Concentración NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
San Juan de Miraflores	2020	16
San Juan de Miraflores	2019	25
Santiago de Surco	2019	21
Comas	2018	15
San Juan de Miraflores	2018	25

Lince	2018	14
-------	------	----

*Nota.* Tomado de *WHO Ambient Air Quality Database (Update 2023)*, por OMS (2023).

Las concentraciones de NO<sub>2</sub> han sido asociadas con los parámetros meteorológicos en diversos estudios, tal es el caso de Valeriano (2021), quien destaca que, comprender la relación entre las variables meteorológicas y la concentración de contaminantes es un prerequisite fundamental para poder abordar esta problemática de manera efectiva. Estos parámetros tienen comportamientos que pueden ser predecibles en el tiempo, y cuya medición es relativamente económica, fácil de realizar y precisa.

Asimismo, García (2019), plantea que existe una relación sinérgica sustantiva entre varios de los contaminantes que afectan la calidad del aire y las condiciones atmosféricas. Las variables meteorológicas tales como , humedad relativa, dirección del viento , temperatura y la velocidad del viento tienen una influencia sustantiva en la difusión de los agentes contaminantes atmosféricos , destacando a su vez que las concentraciones de contaminantes se ven modificadas periódicamente según la estación del año, lo cual se atribuye a variaciones en el volumen de las actividades comerciales e industriales. A partir de ello, demostró que existe una relación directa entre las variables atmosféricas y los niveles de NO<sub>2</sub> atmosféricos . En el estudio el autor atribuye esta dependencia a le hecho de que las variables modifican el comportamiento de las partículas en la atmósfera; tales como humedad, temperatura y velocidad del viento.

Por su parte, Valeriano (2021), destaca que existe una sinergia entre ambos factores, encontrando una correlación alta entre la concentración de NO<sub>2</sub> con respecto a la velocidad del viento y a la temperatura, y una correlación media entre la concentración de este contaminante y la humedad.

### III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 3.1. Objetivos

##### a. Objetivos Generales

- Analizar las fuentes fijas de contaminación y los parámetros meteorológicos durante las estaciones de otoño e invierno, en el distrito de Breña, Lima - 2023.
- Evaluar la influencia de las fuentes fijas contaminantes y las condiciones meteorológicas sobre las concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub> durante las estaciones de otoño e invierno, en el distrito de Breña, Lima -2023.

##### b. Objetivos Específicos

- Analizar las fuentes fijas de contaminación del aire en el distrito de Breña, Lima – 2023.
- Analizar los parámetros meteorológicos durante 6 meses (marzo, abril, mayo, junio, julio, y agosto) que abarcan las estaciones de otoño e invierno del distrito de Breña, Lima – 2023.
- Determinar las concentraciones del gas NO<sub>2</sub> durante un periodo de 6 meses (marzo, abril, mayo, junio, julio, y agosto) que abarcan las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.
- Determinar la influencia de las fuentes fijas contaminantes y los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones del gas NO<sub>2</sub> durante los 6 meses de estudio (marzo, abril, mayo, junio, julio, y agosto) que abarcan las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.

### 3.2. Hipótesis

- Hipótesis alterna 1 ( $H_{a1}$ ): los parámetros meteorológicos influyen en las concentraciones del gas atmosférico de  $\text{NO}_2$  durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.
- Hipótesis nula 1 ( $H_{o1}$ ): los parámetros meteorológicos no influyen en las concentraciones del gas atmosférico de  $\text{NO}_2$  durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.
- Hipótesis alterna 2 ( $H_{a2}$ ): las fuentes fijas de contaminación influyen en las concentraciones del gas atmosférico de  $\text{NO}_2$  durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.
- Hipótesis nula 2 ( $H_{o2}$ ): las fuentes fijas de contaminación no influyen en las concentraciones del gas atmosférico de  $\text{NO}_2$  durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Método de la Investigación

El estudio parte de un **modelo cuantitativo** puesto que, acude a la toma de datos con el propósito de evidenciar la hipótesis a través del cálculo numérico y el consecuente análisis estadístico (Hernández et al., 2014). Al respecto, se realizaron mediciones en campo con relación al gas atmosférico NO<sub>2</sub> y además mediciones de los parámetros meteorológicos como la humedad relativa, la temperatura ambiental y la dirección del viento, en diferentes puntos de muestreos relativos a las fuentes fijas contaminantes, a fin de poder determinar la influencia de estos sobre los niveles de concentración del gas.

### 4.2. Tipo y Diseño de la Investigación

Según su propósito, la presente investigación es analítica, tomando en cuenta que una investigación de corte analítico se basa en la descripción y evaluación de algún factor o variable, como también la relación entre variables, o entre un factor y un efecto, pero, no se enfoca en determinar causa – efecto (Palomino et al., 2015). Esta investigación se enfocó en la aplicación directa de los hallazgos científicos para comprender y abordar la influencia de las fuentes fijas contaminantes y las condiciones meteorológicas en las concentraciones de NO<sub>2</sub> en Breña. Siendo considerada las fuentes fijas como un factor y, las condiciones meteorológicas como una variable, que pueden tener influencia sobre las concentraciones del gas.

De acuerdo con la metodología para comprobar las hipótesis, la investigación tiene un diseño no experimental correlacional – causal, de corte longitudinal, ya que alcanza un nivel superior que la descripción de fenómenos, buscando discernir la relación que existe entre dos o más variables (Fernández et al., 2014). Es longitudinal,

porque la recopilación de datos no se realizó en un mismo momento, sino que, se efectuó durante 2 estaciones del año (otoño – invierno).

#### **4.3. Población y Muestra**

##### **a. Población**

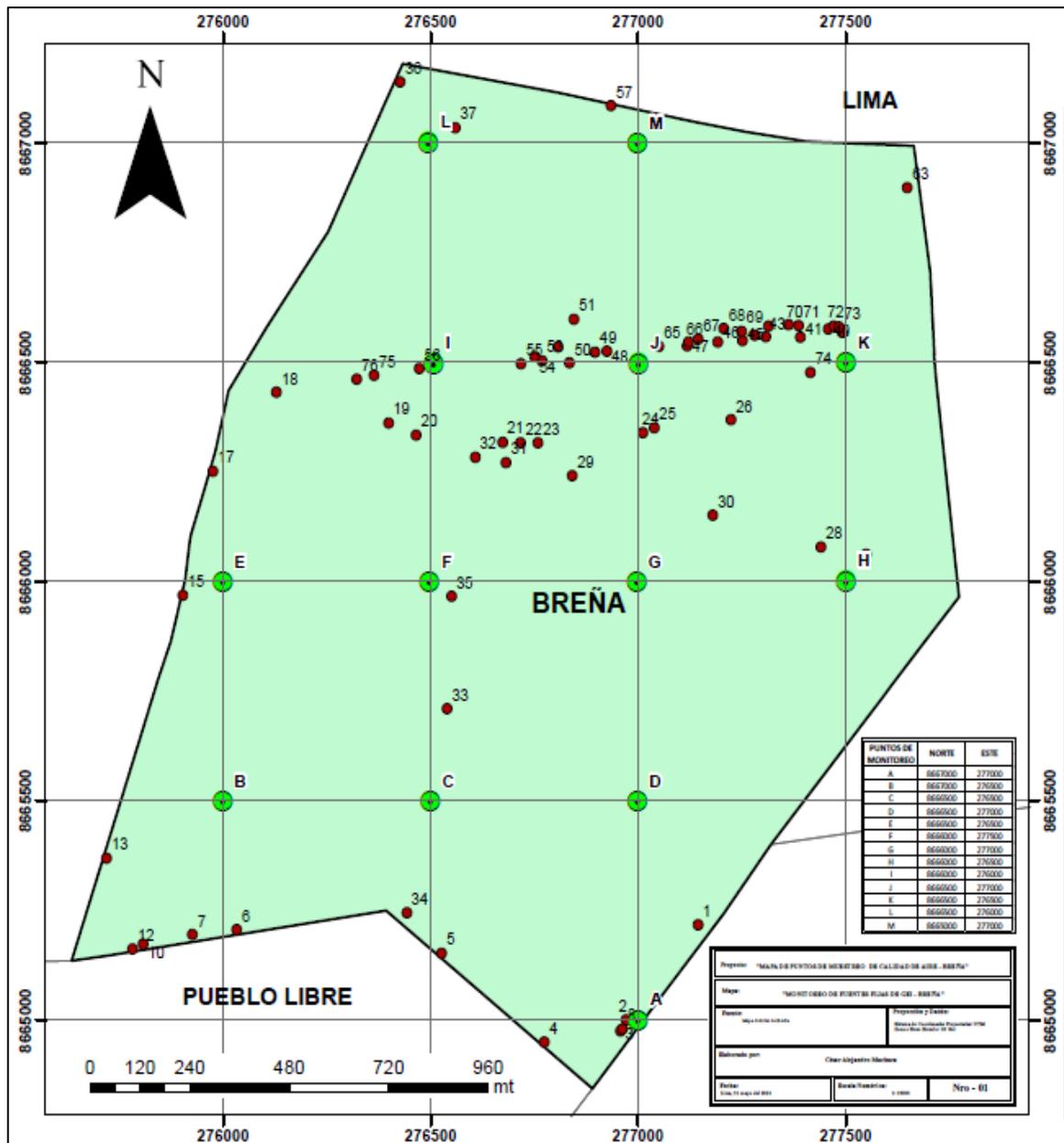
Para Palomino et al. (2015), la población constituye el conjunto de individuos, elementos o casos sobre los cuales se realiza la recolección de datos. En el presente estudio, la población viene dada por el aire disperso en el distrito de Breña, en zonas con fuentes fijas de contaminación, los cuales representan un total de 76 puntos en todo el distrito. Dicha población se obtiene mediante un levantamiento de información visual en campo (Considerando restaurantes o establecimientos con ductos y parque automotor del distrito de breña), tomando el mapa de zonificación del distrito de breña como base . Resultando como se muestra en el anexo 1.

##### **b. Muestra y muestreo**

Según Palomino et al. (2015), la muestra constituye un subgrupo fielmente representativo de la población. Para la presente investigación, la muestra se determina mediante el método de la rejilla y se emplea un muestreo sistemático, aplicando una escala de 1:50 sobre la zonificación de los puntos identificados con fuentes fijas de contaminación (anexo 1), donde las intersecciones gráficas dadas por el método representan un punto de monitoreo o muestreo como muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Mapa de puntos de muestreo*



A partir del método gráfico según la Figura 1, se obtuvieron un total de 13 puntos representativos, cuya descripción para el muestreo, se resume en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Descripción del muestreo*

Punto de monitoreo	Norte	Este	Equipos de muestreo por cada punto de muestreo	Condiciones de medición en cada punto de muestreo	
				Tiempo:	Flujo:
A (1)	8665000	277000	a) Tren de muestreo con 1 Impinger para NO <sub>2</sub>  b) Estación Meteorológica**	NO <sub>2</sub> : 1 Hora	0,4 L/min
B (2)	8665500	276000			
C (3)	8665500	276500			
D (4)	8665500	277000			
E (5)	8666000	276000			
F (6)	8666000	276500			
G (7)	8666000	277000			
H (8)	8666000	277500			
I (9)	8666500	276500			
J (10)	8666500	277000			
K (11)	8666500	277500			
L (12)	8667000	276500			
M (13)	8667000	277000			

*Nota.* La estación meteorológica se instaló cubriendo los puntos A, B, K y L, debido a las condiciones para su instalación que debe cumplir.

**c. Criterios de inclusión y selección de la muestra**

- Se incluyen puntos dentro de las zonas identificadas como “S”, en las cuales se ubicaron fuentes fijas emisoras de contaminantes (anexo 1) correspondientes a zonas comerciales e industriales.
- Los equipos de monitoreo se instalaron cumpliendo las disposiciones técnicas circunscritas en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental respecto de la matriz aire para el muestreo activo de gases de tipo manual. Para ello, se consideró un tren por cada punto de muestreo y una estación meteorológica en los siguientes puntos: A, B, K, L . Tomando en cuenta la distancia de 500 metros mínimos considerando el radio de alcance de cada estación y la posibilidad de coberturar el espacio.

- Las tomas de muestras de gases ambientales deben contemplar el uso de materiales inertes. Para lo cual se empleó un muestreador activo de gases ambientales (tren muestreo) de tipo manual que contiene impinger para NO<sub>2</sub> que facilitó su captación y su reacción con la solución de Etilendiamina dihidrocloruro (suministrada por laboratorio Environmental Testing Laboratory) 0,1% para su análisis en laboratorio post muestreo. También estuvo provisto de un temporizador que nos permitió programar el tiempo de muestreo a 1 hora.
- Se excluyeron puntos en zonas de equipamiento urbano y residenciales y aquellas donde no se ubiquen fuentes fijas contaminantes.
- Para el monitoreo meteorológico, la instalación y ejecución se realizó cumpliendo las directrices establecidas en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental para la matriz aire (DS – 010 - 2019 – MINAM). En ese sentido , la estación meteorológica contó con instrumentos que permitieron medir los parámetros meteorológicos ( velocidad y dirección del viento, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura y precipitación) , los cuales contaron con su calibración respectivamente certificada.
- El muestreo se realizó por estacionalidad (otoño - invierno), tomando en consideración 2 mediciones al mes durante 24 horas.

#### 4.4. Definición de las Variables

##### c. Variable dependiente

**Concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub>.** El NO<sub>2</sub> es considerado como uno de los contaminantes gaseosos, cuya génesis se debe a los procesos de combustión. Por otro lado, su presencia en la atmosfera fomenta la generación y cambios en otros

gases atmosféricos contaminantes tales como el O<sub>3</sub> , las partículas suspendidas , como también la materialización de la precipitación ácida (World Health Organization, 2003).

#### d. Variable independiente

- **Fuentes fijas contaminantes.** Toda instalación establecida en un determinado punto , que tenga como objetivo ejecutar operaciones o procesos industriales o actividades que consecuentemente puedan producir aportes significativos de emisiones contaminantes a la atmósfera (Instituto Nacional de Ecología & Western Governors' Association, 2005).
- **Parámetros meteorológicos.** Los parámetros meteorológicos más importantes que se registran recurrentemente son, la temperatura actual máxima y mínima, precipitación diaria, la humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica (Canaltiempos21, s.f.). Es importante precisar que las temperaturas máximas y mínimas responden a las temperaturas más altas y bajas registradas en el periodo de tiempo monitoreado.

### 4.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos (procedimientos)

#### e. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos empleada fue la observación, misma que se basa en la recopilación y registro estandarizado de los datos relativos a propósito del tema motivo de la investigación (Baena , 2017) . En este sentido, la recolección de datos se realizó a partir de las 08:00 horas de la mañana durante 1 hora continua en cada punto de muestreo, mientras que la recolección de datos meteorológicos se llevó a cabo únicamente en los puntos A, B, K y L con mediciones de 24 horas (Día

completo). Por último, hay que mencionar que se efectuaron 6 mediciones en todo el periodo de muestreo, es decir 1 por cada mes (se muestreó 1 día correspondiente a cada mes) de las estaciones monitoreadas (Otoño – Invierno).

#### **f. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos son los soportes empleados por el investigador para registrar la información obtenida mediante las técnicas de recolección de datos (Palomino et al., 2015). Para la presente investigación se empleó una estación meteorológica y un tren muestreador activo de gases ambientales por cada punto de muestreo. La estación meteorológica cuenta con consola digital que almacena los datos recolectados (anexo 4). En tanto, el tren de muestreo ambiental cuenta con impingers, soluciones captadoras y rotámetro para regular flujo de gases, los cuales permitieron recolectar y mantener las muestras y mantenerlas en custodia hasta el laboratorio Environmental Testing Laboratory donde fueron analizadas (anexo 4). Para ambos casos, la información se materializó en fichas de observación (anexo 2 y 3).

#### **g. Análisis de Laboratorio**

La metodología de cuantificación con la que se manejó el NO<sub>2</sub> fue el análisis Quimioluminiscencia (Cromatógrafo de gases Shimadzu), a través del servicio de análisis de gases ambientales que ofrece el laboratorio *Environmental Testing Laboratory*. Posteriormente, se emitieron los informes de ensayo, después de la aplicación de los procesos de cuantificación y de las conversiones mediante las fórmulas que se citan en el siguiente apartado.

#### **h. Actividades de control de la calidad**

Durante las etapas de muestreo de gas y de los parámetros meteorológicos se tomaron medidas para garantizar la confiabilidad de los resultados. El tren de muestreo de gases como la estación meteorológica se encontraban en buen estado de operatividad y mantenimiento, incluyendo el correcto funcionamiento del filtro para partículas en el tren de muestreo de gases y la brújula en la estación metrológica; la captación y mediciones se realizaron con equipos debidamente calibrados, tal como consta en los certificados asociados en los anexos.

#### 4.6. Análisis de Datos

##### i. Técnicas de análisis descriptivos y datos de laboratorio

En relación al análisis descriptivo, usaron cuadros comparativos y gráficas, lo cual incluye las expresiones matemáticas derivadas de correlaciones científicas de la literatura para gases, donde se aplicaron las siguientes para determinar las concentraciones de los gases del estudio, con la finalidad de comparar los resultados con el ECA para aire vigente, cuyas unidades de concentración deben reportarse en unidades de microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (MINAM, 2019):

- Cálculo de concentraciones para contaminantes gaseosos (MINAM, 2019):

$$\text{Concentración [Gas]} = \frac{M}{V_{std}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Nota ;

M: Es la masa del contaminante en las siguientes unidades :  $\mu\text{g}$

$V_{std}$ .: El volumen estándar de la muestra en  $\text{m}^3 \text{std.}$ , el cual se determina con la ecuación 2.

$$V_{std} = V_a \times \frac{P_a}{P_{std}} \times \frac{T_{std}}{T_a} \quad \text{Ecuación 2}$$

Nota ;

Va: volumen de la muestra en el momento específico o actual en m<sup>3</sup> a condiciones de temperatura ambiental y presión atmosférica promedio, medidas durante el tiempo de monitoreo (ecuación 3).

Ta: temperatura medio ambiental promedio en unidades Kelvin, medida durante el tiempo de monitoreo.

Pa: presión atmosférica promedio en kPa, mmHg o atm, medida durante el tiempo de muestreo.

Tstd: temperatura estándar (298 K).

Pstd: presión estándar 101,3 Kpa/ 760 mmHg / 1 atm.

$$Va = Qa \times t \quad \text{Ecuación 3}$$

Nota;

Qa: flujo de muestreo promedio en m<sup>3</sup>/min.

T: tiempo o período de monitoreo en min.

Para tomar en cuenta algunas excepciones respecto de los equipos automáticos de gases ambientales, puesto que algunos arrojan los datos en unidades de partes por millón (ppm), por lo que , se deben convertir a microgramos por metro cúbico, empleando la siguiente correlación:

$$\text{Concentración [Gas]} = \frac{M}{V_{std}} = [ppb] \times \frac{\bar{M}}{V_{mol}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Nota;

Ppb: partes por billón

$\bar{M}$ : peso molecular del contaminante en g/mol

Vmol: volumen de un mol de gas a condiciones estándar = 24,4 litros/mol.

## j. Técnicas de análisis estadístico inferencial

En cuanto a las técnicas estadísticas de análisis inferencial, para el caso de la influencia de las fuentes fijas contaminantes sobre las concentraciones, se empleó la prueba no paramétrica de análisis de varianza K de Kruskal - Wallis, dado que se trataron las fuentes fijas de contaminación como un factor (variable cualitativa) y la concentración como una variable cuantitativa; para el caso de los parámetros meteorológicos y la concentración de NO<sub>2</sub>, se recurrió a la prueba de correlación bivariada al 95% de confianza, dado que ambas variables son cuantitativas; esto realizó mediante el programa estadístico SPSS V26. Para la selección de dichas pruebas, fue necesario comprobar primeramente la normalidad de las variables, para lo cual se aplicó el test de Shapiro - Wilk, dado que el conjunto de datos analizados por cada variable es menor a 50. Para ello, se plantearon los siguientes criterios de aceptación y rechazo de hipótesis de normalidad:

- Ho: los datos (variables) tienen comportamiento normal
- Ha: los datos (variables) no tienen comportamiento normal
- Confianza 95%, significancia 5%.
- Entonces , si  $p\text{valor} > 0,05$  se confirma Ho , en cambio , si  $p\text{valor} \leq 0,05$  se censura Ho.

Una vez comprobada la hipótesis, se empleó la técnica de análisis mencionadas para medir las influencias. Para ello, se plantearon los siguientes criterios de aceptación y rechazo de hipótesis de las pruebas:

- Hipótesis nula 1 (H<sub>02</sub>): No existe correlación significativa entre la concentración de NO<sub>2</sub> y los parámetros meteorológicos.

- Hipótesis nula 2 ( $H_{02}$ ): No existe influencia significativa entre las fuentes fijas contaminantes y concentración de  $NO_2$ .
- Hipótesis alterna 1 ( $H_{a1}$ ): Existe correlación significativa entre la concentración de  $NO_2$  y los parámetros meteorológicos.
- Hipótesis alterna 2 ( $H_{a2}$ ): Existe influencia significativa entre las fuentes fijas contaminantes y concentración de  $NO_2$ .
- Confianza 95%, significancia 0,05 (5%).
- Si  $p$ valor (significancia)  $> 0,05$  se confirma  $H_0$ .
- Si  $p$ valor (sig.)  $\leq 0,05$  se censura  $H_0$ , se confirma  $H_a$ .

#### 4.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó bajo el esquema de respeto y ética, tomando en cuenta los siguientes aspectos: lineamientos para tesis de grado de la Universidad Científica del Sur, el derecho de autor de las fuentes consultadas, el protocolo nacional para monitoreo de calidad de aire del MINAM, la autorización por parte de la Municipalidad del Distrito de Breña, así como garantizar la manipulación, traslado y estudio correcto de las muestras para obtener resultados confiables y por otro lado, el respeto al ambiente y las personas alrededor de los puntos de muestreo.

## **V. RESULTADOS**

### **5.1. Limitaciones**

Se debe considerar que los resultados presentados a continuación corresponden a la realidad específica del distrito Breña en cuanto a ubicación geográfica, realidad demográfica, nivel industrial y comercial y características climatológicas, por lo que no necesariamente el comportamiento observado en la presente investigación que relaciona la concentración de NO<sub>2</sub> con las emisiones de fuentes fijas de contaminación y las propiedades meteorológicas serán idénticas. Sin embargo, tal como se verá más adelante, la influencia de las variables meteorológicas demostró ser significativa e independiente en cuanto a su influencia con la concentración del contaminante. A pesar de esto, dado que todos los procedimientos de captación y medición se realizaron siguiendo los estándares de calidad para asegurar la confiabilidad de las mediciones y se contó en todo momento con instrumentos calibrados, se puede considerar que los resultados obtenidos son trazables, por lo que las comparaciones entre curvas de comportamientos y relaciones estadísticas pueden ser representativas en otras investigaciones similares al compararlas con esta.

### **5.2. Análisis de las fuentes fijas contaminantes**

Las fuentes fijas de contaminación, se analizaron de acuerdo a cada punto de monitoreo de las concentraciones, identificando las características, tipo y codificando cada una, como se puede apreciar en la tabla 3.

**Tabla 3**

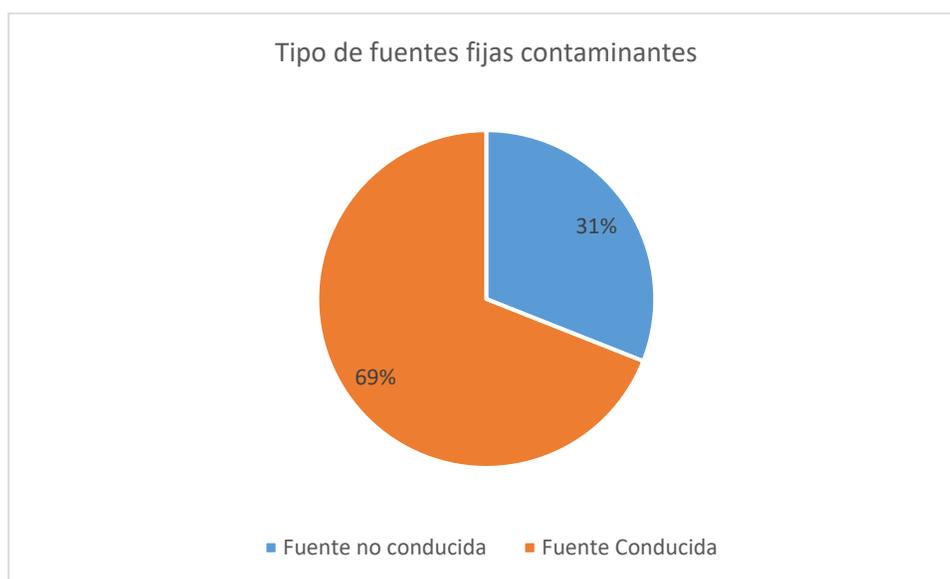
*Fuentes fijas de contaminación*

<b>Punto de monitoreo</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente contaminante</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>
A	8667000	277000	Aquadyne , afuera de la empresa colindante a los restaurantes con ductos y avenida Brasil	Restaurante con Ductos	FE.1	Fuente Conducida
B	8667000	276500	DIRIS - Breña	Fuente industrial menor Mercado - Preparación, cocción de alimentos	FE.2	Fuente no conducida
C	8666500	276500	Mercado virgen del Carmen	Fuente industrial menor Mercado - Preparación, cocción de alimentos	FE.3	Fuente no conducida
D	8666500	277000	Tienda de productos , colindante a restaurantes y estacionamientos	Restaurante con Ductos	FE.4	Fuente Conducida
E	8666500	276500	Área residencial con taller de producción .	Fuente industrial menor : Taller de fabricación y mantenimiento de motores de carro	FE.5	Fuente Conducida
F	8666000	277500	Colegio Mariano Melgar	Fuente industrial menor :Panaderías	FE.6	Fuente no conducida
G	8666000	277000	Zona residencial	Restaurante con Ductos	FE.7	Fuente conducida
H	8666000	276500	Exterior del Colegio Salesiano	Restaurante con Ductos	FE.8	Fuente conducida
I	8666000	276000	Venezuela, el último punto, cerca de tingo maría	Restaurante con Ductos	FE.9	Fuente Conducida
J	8666500	277000	Pollería: 2 do punto de Venezuela - Norky's	Restaurante con Ductos	FE.10	Fuente Conducida
K	8666500	276500	Alfonso Ugarte – metro	Restaurante con Ductos	FE.11	Fuente Conducida
L	8666500	276000	Avenida Manoa, junto al condominio : Las Magnolias	Fábricas de impresión y servicios conexos	FE.12	Fuente Conducida
M	8665000	277000	Colegio Nuestra Señora del buen Consejo .	Fuente industrial menor : Taller de fabricación y mantenimiento de motores de carro	FE.13	Fuente no conducida

De la tabla 3, se agruparon las fuentes contaminantes, según la forma de emisión a la atmosfera, en conducidas y no conducidas, mostrándose tal relación gráficamente en la figura 2, donde el 69% de las fuentes fijas son conducidas, es decir, aquellas que son transportadas a la atmosfera por medio de ductos o chimeneas y, el 31% restantes, corresponden a fuentes no conducidas. La zonificación general del distrito, se puede ver en el anexo

**Figura 2**

*Tipo de fuentes contaminantes*



**5.3. Análisis de los parámetros meteorológicos**

El monitoreo meteorológico se ejecutó basandose en los procedimientos del protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental para la matriz aire, donde la estación meteorológica se instaló considerando una distancia de 500 metros mínimos entre el radio de alcance de cada estación y la posibilidad de cobertura del espacio. Cada estación meteorológica estuvo dotada con instrumentos que permitieron registrar la velocidad y dirección del viento, además de la humedad relativa, temperatura y presión

atmosférica, siendo instaladas en los puntos de monitoreo A, B, K y L, los cuales reunieron los criterios descritos a continuación:

**a. Temperatura**

En la Tabla 4 se muestra el promedio mensual de la temperatura durante las 2 temporadas del año estudiadas, abarcando desde marzo hasta agosto en los puntos de monitoreo.

**Tabla 4**

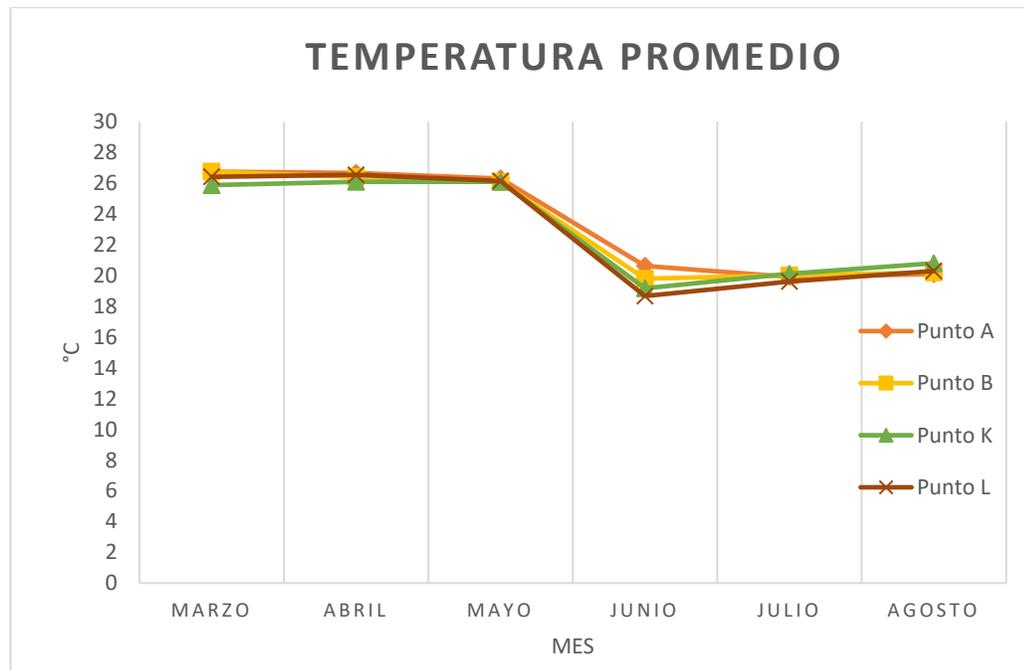
*Temperatura promedio mensual en los puntos de monitoreo*

Temporada del año	Mes	A Temperatura (°C)	B Temperatura (°C)	K Temperatura (°C)	L Temperatura (°C)
Temporada 1	Marzo	26,75	26,75	25,88	26,42
	Abril	26,66	26,40	26,09	26,54
	Mayo	26,30	26,08	26,09	26,15
	Junio	20,62	19,79	19,16	18,66
Temporada 2	Julio	19,91	20,01	20,11	19,61
	Agosto	20,09	20,19	20,79	20,29

La comparación de este parámetro entre los puntos de monitoreo puede observarse en la Figura 3, donde se aprecia una tendencia similar de la temperatura en cada uno de los puntos, experimentando disminución desde mayo hasta agosto, es decir, desde otoño hasta invierno – primavera. También se puede comprender, que la temperatura no experimenta variaciones significativas entre los puntos de monitoreo sino entre los meses estudiados.

**Figura 3**

*Comportamiento de la temperatura en los puntos de monitoreo*



**b. Presión atmosférica**

En la Tabla 5 se evidencia el promedio mensual de la presión atmosférica durante las 2 temporadas del año estudiadas, abarcando los meses de estudio en los puntos de monitoreo.

**Tabla 5**

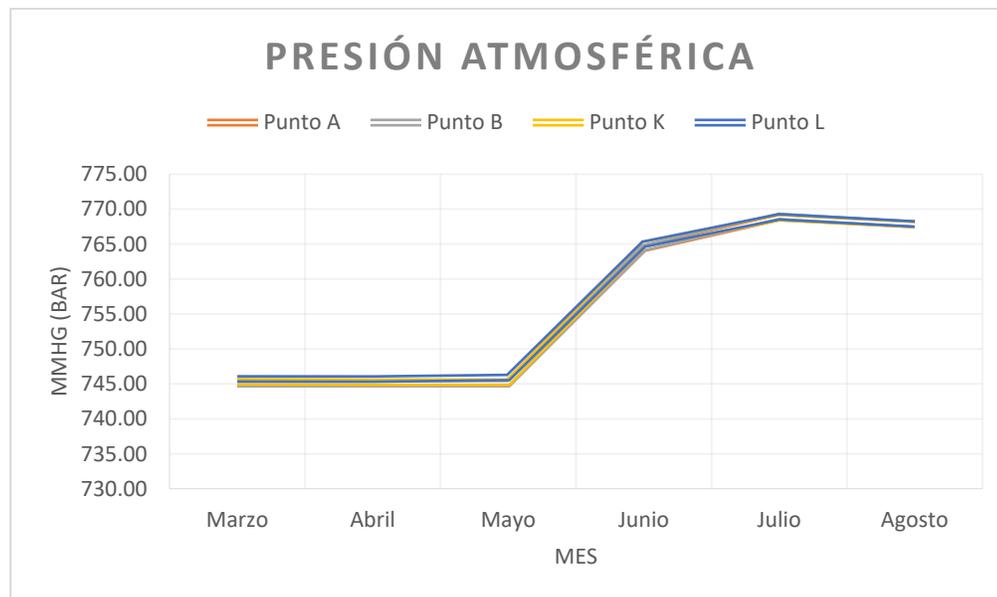
*Presión atmosférica promedio mensual en los puntos de monitoreo*

Temporada del año	Mes	A Presión atm (mmHg)	B Presión atm (mmHg)	K Presión atm (mmHg)	L Presión atm (mmHg)
Temporada 1	Marzo	745,12	745,03	745,29	745,70
	Abril	745,12	745,04	745,24	745,69
	Mayo	745,12	745,05	745,24	745,91
	Junio	764,38	764,48	764,97	764,97
Temporada 2	Julio	768,82	768,95	768,78	768,90
	Agosto	767,82	767,83	767,81	767,86

La comparación de este parámetro entre los puntos de monitoreo, puede evidenciarse en la Figura 4, donde se observa una tendencia contraria a la presentada por la temperatura en cada uno de los puntos, ya que la presión experimenta un aumento desde el mes de mayo hasta agosto. Esto también puede interpretarse en que la presión atmosférica no experimenta variaciones significativas entre los puntos de monitoreo, sino entre los meses estudiados.

**Figura 4**

*Comportamiento de la presión atmosférica en los puntos de monitoreo*



**c. Humedad Relativa**

En la Tabla 6 se evidencia el promedio mensual de la humedad relativa durante las 2 temporadas del año estudiadas, abarcando m los meses de estudio en los puntos de monitoreo.

**Tabla 6**

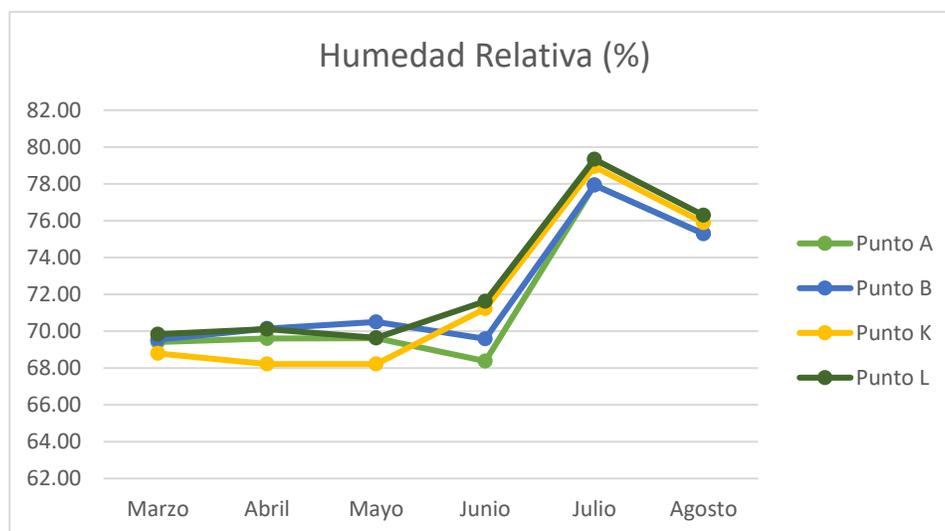
*Humedad Relativa promedio mensual en los puntos de monitoreo*

Temporada del año	Mes	A	B	K	L
		Humedad (%)	Humedad (%)	Humedad (%)	Humedad (%)
Temporada 1	Marzo	69,42	69,54	68,79	69,83
	Abril	69,60	70,14	68,21	70,11
	Mayo	69,63	70,50	68,21	69,64
	Junio	68,38	69,58	71,23	71,63
Temporada 2	Julio	77,93	77,93	78,93	79,33
	Agosto	75,29	75,29	75,89	76,29

En la figura 5, se muestra la comparacion grafica de la humedad relativa entre los puntos de monitoreo durante los 6 meses de estudio, observándose que este parámetro experimenta aumento desde el mes de junio hasta julio, donde comienza a descender nuevamente. El comportamiento es similar al de la presión y contrario al de la temperatura. Así mismo, se aprecia que la humedad relativa tampoco presenta variaciones significativas entre puntos de monitoreo pero si entre los meses desde mayo hasta agosto, donde el pico más alto se encuentra en el mes de julio.

**Figura 5**

*Comportamiento de la humedad relativa en los puntos de monitoreo*



**d. Velocidad del viento**

En la Tabla 7, se evidencian los valores de la velocidad del viento promedio durante los 6 meses de estudio, en los puntos de monitoreo meteorológico.

**Tabla 7**

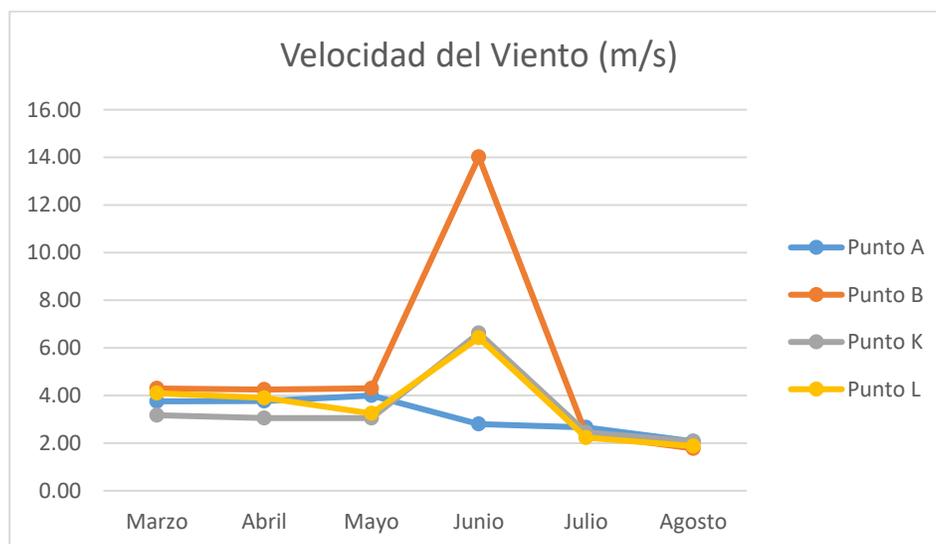
*Velocidad del viento promedio mensual en los puntos de monitoreo*

Temporada del año	Mes	Viento (m/s)	Viento (m/s)	Viento (m/s)	Viento (m/s)
Temporada 1	Marzo	3,75	4,30	3,17	4,10
	Abril	3,77	4,25	3,05	3,90
	Mayo	4,00	4,30	3,05	3,25
	Junio	2,80	14,02	6,63	6,43
Temporada 2	Julio	2,66	2,36	2,45	2,23
	Agosto	2,08	1,78	2,08	1,88

En la Figura 6, se puede ver el comportamiento de la velocidad del viento en los puntos de monitoreo durante los meses estudiados, donde el mes de junio experimentó aumento en los puntos L, K y B, este último presentando el pico más elevado. Lo mostrado indica que la velocidad del viento experimenta variaciones en cada punto y durante los meses de mayo a agosto.

**Figura 6**

*Comportamiento de la velocidad del viento en los puntos de monitoreo*



**5.4. Concentraciones del gas NO<sub>2</sub> en los puntos de monitoreo**

Las concentraciones de NO<sub>2</sub>, obtenidas para el total de puntos de monitoreo durante los meses de estudio, se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Concentración de NO<sub>2</sub> en los puntos de monitoreo durante los 6 meses de estudio*

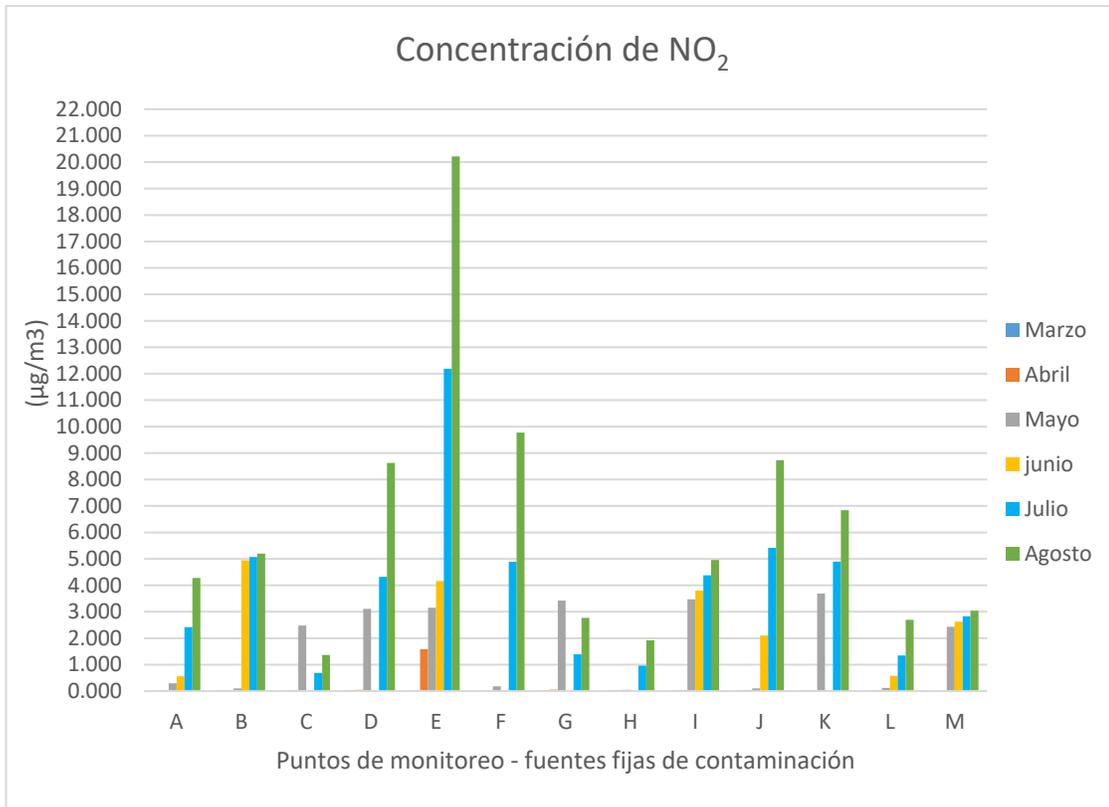
Punto	[NO <sub>2</sub> ] - µg/m <sup>3</sup>						Promedio
	Temporada del año 1				Temporada del año 2		
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
A	0,015	0,031	0,295	0,560	2,419	4,278	1,266
B	0,024	0,037	0,100	4,940	5,070	5,200	2,562
C	0,014	0,036	2,480	0,010	0,687	1,364	0,765
D	0,022	0,049	3,110	0,010	4,317	8,623	2,689
E	0,017	1,580	3,150	4,160	12,190	20,219	6,886
F	0,005	0,022	0,180	0,010	4,891	9,773	2,480
G	0,031	0,052	3,420	0,010	1,388	2,767	1,278
H	0,021	0,043	0,050	0,010	0,964	1,918	0,501
I	0,021	0,043	3,470	3,800	4,378	4,955	2,778
J	0,023	0,040	0,100	2,100	5,414	8,727	2,734

Punto	[NO <sub>2</sub> ] - µg/m <sup>3</sup>						
	Temporada del año 1				Temporada del año 2		Promedio
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
K	0,024	0,037	3,690	0,010	4,896	6,841	2,583
L	0,015	0,031	0,120	0,580	1,350	2,695	0,799
M	0,003	0,005	2,430	2,620	2,830	3,041	1,822

En la Figura 7, se evidencia el comportamiento de la concentración de NO<sub>2</sub> para todos los meses en cada uno de los puntos de monitoreo. Se puede observar que los valores más altos de concentración se presentaron durante el mes de agosto, siendo más elevados en los puntos E, F, D y J. En el mes de junio, las concentraciones resultaron mayores a las de marzo, abril y mayo en los puntos A, B, E, I, J, L y M. Así mismo, se puede observar que el valor más elevado resultó en 20,21 µg/m<sup>3</sup>, estando muy por debajo del estándar ambiental para aire ECA cuyo valor máximo es 200 µg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, esto no opaca el hecho de que las concentraciones presentan variaciones entre los puntos de monitoreo durante el tiempo.

**Figura 7**

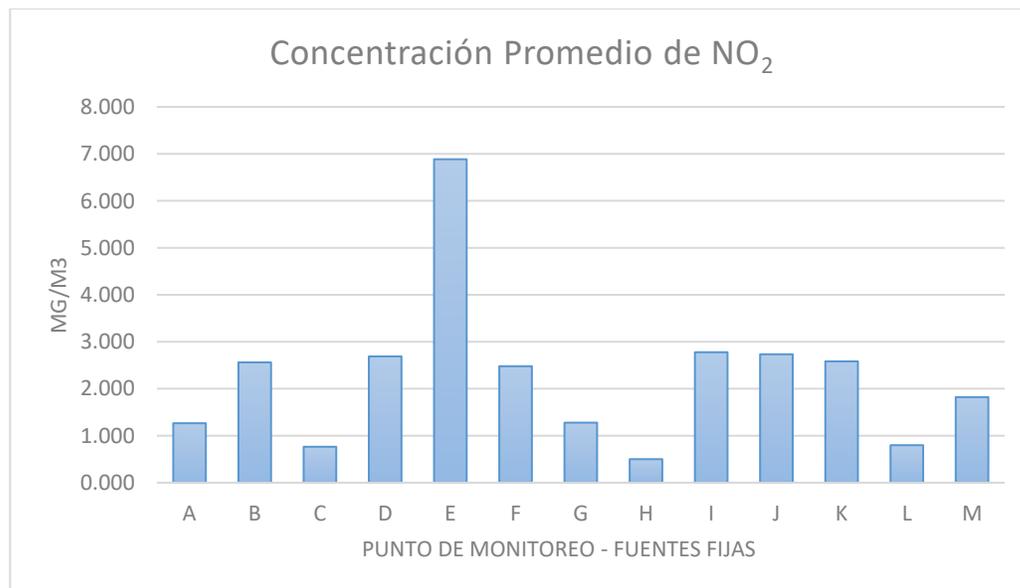
*Concentración de NO<sub>2</sub> en cada punto de monitoreo durante los 6 meses de estudio*



Por otro lado, en la Figura 8 se muestra la concentración promedio mensual de NO<sub>2</sub> para los puntos de monitoreo.

**Figura 8**

*Concentración promedio de NO en cada punto de monitoreo*



De la Figura 8, se aprecia que la concentración promedio más alta se ubicó en el punto E, seguido de las concentraciones en los puntos B, D, F, I, J, K y M que resultaron muy similares entre sí. Es preciso mencionar que los valores promedios son muy bajos en comparación con el ECA para aire, lo que significa que, como tal, el contaminante no representa un riesgo para la salud de las personas del distrito de Breña.

### 5.5. Influencia de las fuentes fijas contaminantes y los parámetros meteorológicos en las concentraciones del gas NO<sub>2</sub> en el distrito de Breña

En la tabla 9, se evidencia, primeramente, los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk de cada una de las variables de numéricas de estudio.

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad de las variables*

Variable	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	0,753	24	0,000
Velocidad del viento	0,651	24	0,000
Humedad Relativa	0,824	24	0,001
[NO <sub>2</sub> ]	0,762	24	0,000

De acuerdo con los resultados de la Tabla 9, las variables presentan un comportamiento no normal (no paramétrico), dado los valores de significancia < 0,05. En función de ello, se aplicó la prueba no paramétrica de análisis de varianza H de Kruskal - Wallis para determinar la influencia de las fuentes fijas contaminantes en la fluctuación de la concentración de NO<sub>2</sub> y, la prueba no paramétrica Rho de Spearman para determinar la influencia entre los parámetros meteorológicos y la concentración de NO<sub>2</sub>.

**a. Influencia de las fuentes fijas contaminantes (FFC) en la [NO<sub>2</sub>]**

En la tabla 10, se muestran los resultados de la prueba H de Kruskal - Wallis, donde se busca determinar, si existen diferencias estadísticamente significativas, o variaciones a propósito de la concentración del NO<sub>2</sub> en función de las fuentes fijas de contaminación analizadas.

**Tabla 10**

*Resultados de prueba H de Kruskal - Wallis*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup></b>	
	[NO <sub>2</sub> ]
H de Kruskal-Wallis	9.535
Gl	12
Sig. Asintótica	0.657

Nota. a: Prueba de Kruskal - Wallis. b: variable de agrupación FFC.

Se puede observar de la tabla 10, que la significancia asintótica resultó mayor a 0,05, lo cual indica que no existen variaciones estadísticamente significativas en los valores de la concentración del gas NO<sub>2</sub> entre las fuentes fijas de contaminación (FFC), por tanto, no existe una influencia de estas en dicho parámetro; por tanto, es posible aceptar la hipótesis nula para este caso, donde las FFC no influyen en la concentración del gas NO<sub>2</sub>, mismo análisis que infirió el software estadístico, como muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Análisis directo de Kruskal - Wallis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de [NO <sub>2</sub> ] es la misma entre las categorías de FFC.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,657	Retener la hipótesis nula.

Nota. Se muestran significancias asintóticas, el nivel de significancia es 0,05.

**b. Influencia de los parámetros meteorológicos en la [NO<sub>2</sub>]**

En la tabla 11, se evidencian los resultados del análisis de la influencia de los parámetros meteorológicos en la concentración del gas NO<sub>2</sub>, a través del coeficiente de correlación Rho de Spearman.

**Tabla 11**

*Resultados de correlación bivariada Rho de Spearman*

			Temperatura	Velocidad del viento	Humedad Relativa	[NO <sub>2</sub> ]
Rho de Spearman	Temperatura	Coeficiente de correlación	1,000	0,,217	-0,577**	-0,559**
		Sig. (bilateral)		0,309	0,003	0,004
		N	24	24	24	24
Velocidad del viento	Coeficiente de correlación	Coeficiente de correlación	0,217	1,000	-0,428*	-0,591**
		Sig. (bilateral)	0,309		0,037	0,002
		N	24	24	24	24
Humedad Relativa	Coeficiente de correlación	Coeficiente de correlación	-0,577**	-0,428*	1,000	0,479*
		Sig. (bilateral)	0,003	0,037		0,018
		N	24	24	24	24
[NO <sub>2</sub> ]	Coeficiente de correlación	Coeficiente de correlación	-0,559**	-0,591**	0,479*	1,000
		Sig. (bilateral)	0,004	0,002	0,018	
		N	24	24	24	24

De la Tabla 11, se pueden lograr varias interpretaciones, la primera de ellas es que, entre la concentración de NO<sub>2</sub> [NO<sub>2</sub>] y la variable temperatura existe una correlación moderada negativa y muy significativa con un Rho= -0,559 y una significancia = 0,004, es decir, puede verse una influencia inversamente proporcional. Por otro lado, se tiene una correlación moderada negativa y muy significativa entre la

[NO<sub>2</sub>] y la velocidad del viento con un  $Rho = -0,591$  y significancia  $=0,002$ ; presentando igualmente una influencia inversamente proporcional. Por el contrario, entre la [NO<sub>2</sub>] y la humedad relativa existe una correlación moderada positiva y muy significativa con  $Rho = 0,479$  y significancia  $= 0,018$ .

Otra interpretación que se puede observar en los resultados de la Tabla 8, son las correlaciones muy significativas que existen en las variables independientes (predictoras): la humedad relativa y la temperatura (sig. = 0,003) y la humedad relativa y la velocidad del viento (sig. = 0,037), lo cual sugiere la multicolinealidad entre estos pares de variables predictoras; lo que comprueba la no conveniencia de obtener un modelo lineal múltiple, ya que este sería incierto en la predicción. Esto también puede inferirse dado el comportamiento no normal de las variables. Por lo tanto, se concluye con toda certeza, que cada uno de los parámetros meteorológicos por si solos, tiene una influencia en la concentración de NO<sub>2</sub>, al obtenerse valores de significancia mucho menores que 0,05 para todas las correlaciones.

## **5.6. Comprobación de la Hipótesis de la Investigación**

En concordancia con los resultados obtenidos de la prueba H de Kruskal - Wallis, se comprueba que las fuentes fijas de contaminación no influyen en la concentración del gas NO<sub>2</sub> durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima - 2023.

De acuerdo a los resultados obtenidos de correlación de Spearman, se comprueba que los parámetros meteorológicos influyen significativamente en las condiciones meteorológicas durante las estaciones de otoño e invierno en el distrito de Breña, Lima – 2023.

## VI. DISCUSIÓN

La presente investigación partió del monitoreo meteorológico y ambiental bajo los lineamientos del protocolo nacional de monitoreo ambiental de la calidad del aire, para ello, se seleccionaron 13 puntos de monitoreo asociados a fuentes fijas emisoras de un total de 76 identificados en el distrito de Breña. A partir de ello, se determinó que la temperatura promedio mensual registró valores entre los 26,75°C y los 19,16 °C (disminuyendo cercano a la estación de invierno), presión atmosférica promedio mensual entre los 745,03 mmHg – 768,95 mmHg, la humedad relativa promedio entre los 68% - 78% y finalmente la velocidad se ubicó entre 14,02 m/s y los 1,78 m/s, siendo esta última el parámetro que presentó mayores fluctuaciones durante el periodo estudiado. Estos resultados se asemejan a los presentados por Ríos (2020), en Villa María del Triunfo, donde evidenció durante mayo de 2018, en promedio de temperatura de 19,48 °C, con un rango de variabilidad de 10,4 °C, velocidad del viento obtuvo un promedio de 1,15 m/s, rango de variabilidad de 2,9 m/s con excepción del valor en promedio de humedad de 83,86%, estando por encima del valor registrado en la investigación.

De los puntos de monitoreo estudiados, el valor de concentración del gas NO<sub>2</sub> más alto resultó en el punto E con 6,886 µg/m<sup>3</sup> y la más baja en el punto H con 0,501 µg/m<sup>3</sup>, siendo el mes de agosto donde se registró el pico más alto de concentración igual a 20,219 µg/m<sup>3</sup>. Cabe destacar que los valores de concentración de NO<sub>2</sub> no superaron lo establecido en el ECA para aire, cuyo valor es de 200 µg/m<sup>3</sup>. Valores parecidos fueron reportados por Gasmí et al. (2016), en el cual la concentración de NO<sub>2</sub> en el transcurso del periodo de muestreo en Dhahran, Saudi Arabia no excedió el límite máximo de exposición anual establecido por la EPA estadounidense, sin embargo, afirma que las fluctuaciones en la concentración pueden explicarse por la interacción entre el flujo de tráfico y los niveles de ozono,

principalmente durante las últimas horas del día, similar a lo afirmado por Benites y Pacsi, (2023), en cuyo estudio realizado en la Ciudad Metropolitana de Lima, observaron que los niveles de  $O_3$  troposférico con los de  $NO_2$  relación inversamente proporcional durante el invierno, es decir, a mayor concentración de  $O_2$ , se refleja menor cantidad de  $NO_2$ , posiblemente es efecto es ocasionado por la presencia de precipitaciones en que la formación de nubes destruye  $NO_2$  y hace que se regenere el ozono atmosférico, de acuerdo a lo señalado por Bazante (2015).

Finalmente, la influencia de los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones de  $NO_2$ , se estableció mediante la prueba de Rho de Spearman, donde temperatura, presentó una correlación moderada negativa y muy significativa con Rho de -0,559 (p- valor igual a 0,004); la humedad relativa con Rho igual a 0,489 ( p-valor de 0,018), presentado una correlación moderada positiva y muy significativa y finalmente la velocidad del viento con Rho de -0,591 (p-valor de 0.002), concluyendo una correlación moderada negativa y muy significativa.

En el caso de la humedad relativa, los resultados difieren del estudio presentado por Ríos (2020), en donde se encontró un nivel bajo y significativo respecto de la correlación como también una relación inversamente proporcional entre esta y el dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) reportados en Villa María del Triunfo para la fecha del Mayo de 2018.

Estos resultados implican que las estrategias para mejorar las condiciones ambientales en cuanto al aire, requieren la consideración de los efectos de las variables meteorológicas, ya que estas han mostrado una influencia con la concentración de  $NO_2$  en el aire atmosférico para el entorno urbano de Breña. En investigaciones futuras sería interesante el estudio de la correlación entre las fuentes fijas y las variables meteorológicas con respecto a variables como  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $O_3$ ; esto podría ayudar a las autoridades locales a establecer políticas

adecuadas que permitan reducir los niveles de contaminantes, estableciendo un programa de incentivos y sanciones teniendo este tipo de estudios como sustento científico-técnico.

## VII. CONCLUSIÓN

En la presente investigación se analizaron las fuentes fijas contaminantes y los parámetros meteorológicos, y su influencia sobre las concentraciones del gas atmosférico NO<sub>2</sub> en el transcurso de las estaciones de estudio ( Otoño – Invierno) , en el distrito de Breña, Lima -2023. Con ello, se lograron establecer las siguientes conclusiones:

- Respecto al objetivo específico 1, se identificaron 76 puntos de contaminación de fuentes fijas distribuidas en el área del distrito de Breña; de los cuales 13 fueron analizadas en la presente investigación. Estas fuentes fueron de índole comercial e industrial, donde el 69% son de tipo conducidas el 31% no conducidas.
- En relación al objetivo específico 2, se analizaron los parámetros meteorológicos durante los 6 meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto abarcando los puntos de contaminación A, B, K y L en el distrito de Breña, donde se encontró que la temperatura promedio mensual ( $26,75^{\circ}\text{C} - 19,16^{\circ}\text{C}$ ), presenta tendencia a disminución hacia la estación de invierno (los últimos 3 meses de estudio) en tanto, que la presión atmosférica promedio mensual ( $745,03 \text{ mmHg} - 768,95 \text{ mmHg}$ ) experimenta un comportamiento contrario, es decir, aumenta hacia los meses de invierno. En cuanto a la humedad relativa promedio ( $68\% - 78\%$ ), esta tiende a aumentar en los meses de invierno siendo notables las variaciones en el tiempo más que las variaciones entre puntos de monitoreo. En relación con la velocidad del viento ( $14,02 \text{ m/s} - 1,78 \text{ m/s}$ ), este parámetro si presento mayor inestabilidad en su comportamiento, experimentando picos en el mes de junio para 3 de los 4 puntos.
- En cuanto al objetivo específico 3, se determinó la concentración promedio de NO<sub>2</sub> en los puntos de monitoreo durante los 6 meses de estudio, donde el valor más alto

resultó en el punto E con  $6,886 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y la más baja en el punto H con  $0,501 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En tanto, que la concentración promedio entre meses, resultó mayor en el mes de agosto, registrándose el pico más alto con  $20,219 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sin embargo, en ninguno de los puntos de monitoreo en el tiempo de estudio, los valores de concentración de  $\text{NO}_2$  llegaron a exceder el ECA para aire cuyo valor es de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Respecto al objetivo específico 4, se determinó que existe influencia de los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones de  $\text{NO}_2$ . En el caso de la temperatura, esta presentó una correlación moderada negativa y muy significativa con la  $[\text{NO}_2]$  con  $\text{Rho} = -0,559$  y significancia =  $0,004$ ; la humedad relativa evidenció una correlación moderada positiva y muy significativa con  $\text{Rho} = 0,489$  y significancia =  $0,018$  y por último, la velocidad del viento evidenció una correlación moderada negativa y muy significativa con  $\text{Rho} = -0,591$  y significancia =  $0,002$ . Sin embargo, en el caso de las fuentes fijas de contaminación, se determinó que estas no influyen en la concentración del  $\text{NO}_2$  al obtener una significancia =  $0,657$  (mayor a  $0,05$ ). Este análisis, infiere que las concentraciones no dependen de las fuentes que lo emitan sino, mas bien, de las condiciones del medio principalmente, las climáticas o meteorológicas.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar monitoreo de otros contaminantes como O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>.
- Se recomienda realizar monitoreos ambientales, mayormente en la estación de invierno, donde se observa un aumento de humedad relativa y disminución de la temperatura, los cuales presentaron relaciones inversas con las concentraciones de NO<sub>2</sub>.
- Se recomienda asegurar la calibración de los equipos de medición, especialmente, que estén certificados, para garantizar datos confiables en las mediciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AccuWeather Inc. (2022). *Calidad Actual del Aire. Breña, Lima*. Obtenido de <https://www.accuweather.com/es/pe/brena/258495/air-quality-index/258495>
- Agencia de Protección Ambiental [EPA]. (2022, marzo 15). *El impacto del dióxido de nitrógeno en la calidad del aire interior* [Overviews and Factsheets]. <https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior>
- Ahrens, D. (2009). *Meteorology today: A introduction to weather, climate and the environment*. Belmont: Brooks/ Cole, Cengage Learning.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Bazante, P. A. (2015). *Análisis de la concentración de contaminantes atmosféricos de origen primario y mixto en relación a la variación de las condiciones meteorológicas en el distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador.
- Benites Morales, O., & Pacsi Valdivia, S. (2023). Análisis temporal de los contaminantes atmosféricos (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> troposférico y CO) y su relación con la temperatura del aire y la radiación solar en Lima Metropolitana. *Ecología aplicada*. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v22i1.850>
- Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.
- Canaltiempo21. (s.f.). *Diccionario de meteorología*. Recuperado el 2022, de Canaltiempo21: <https://www.canaltiempo21.com/capitulo-8-el-observatorio-meteorologico/>
- Chávez, B., Chávez, R., Pasquel, L., & Gonazáles, R. (2019). Actividades antropogénicas como fuentes emisoras de contaminación atmosférica. Influencia en la calidad del aire en Pucallpa, Perú. *Revista Opción de Ciencias humanas y sociales*.

- Córdova, P., Barrios, T., & Córdova, I. (2021). Primera caracterización de emisiones contaminantes y la calidad del aire en Ica, Perú. *Revista Cubana de Química*. Obtenido de <https://cubanaquimica.uo.edu.cu/index.php/cq/article/view/5171>
- Diestra, N. (2017). La contaminación ambiental y su influencia en la salud de la población del distrito de Trujillo- la Libertad . *Ciencia y Tecnología*.
- Falen, J. (31 de Marzo de 2015). Contaminación Ambiental en Lima. *El Comercio*, pág. 1. Recuperado el 2022, de [http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/03/elcomercio\\_2015-03-31\\_p06.pdf](http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/03/elcomercio_2015-03-31_p06.pdf)
- Fernández, R., Palomino, A., Miranda, J., & Motta, N. (2014). Estrategias de gestión de proyectos. *Caso de Estudio de Estudio Breña*. Lima, Perú.
- Flores, G. (2020). Limitaciones de la gestión del material particulado del aire proveniente de fuentes móviles en Lima Metropolitana al 2020. *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8724>
- García, C. (2019). Relación entre contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas. *Universidad Científica del Sur*. <https://doi.org/10.21142/tb.2020.1362>
- Gasmi, K., Aljalal, A., Al-Basheer, W., & Abdulahi, M. (2016). Analysis of NOx, NO and NO2 ambient levels in Dhahran,. *Urban Climate, Elsevier B.V. All rights reserved*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2017.07.002>
- González, M., Orozco, C., Pérez, A., Alfayate, J., & Rodríguez, F. (2003). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Madrid: Paraninfo.
- Hensel, N., Romero, K., Pollard, S., Bose, S., & Poster, K. (2019). Ambient air pollution and variation in multiple domains of asthma morbidity among Peruvian children. *nnals of the American Thoracic Society*.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-HillInteramericana.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2013). *Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas*.  
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/2F1AECB7E100DA9705257D4D005632DA/\\$FILE/Gu%C3%ADaMetodol%C3%B3gicaParaEstimaci%C3%B3nDeEmisiones.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/2F1AECB7E100DA9705257D4D005632DA/$FILE/Gu%C3%ADaMetodol%C3%B3gicaParaEstimaci%C3%B3nDeEmisiones.pdf)

Instituto Nacional de Ecología & Western Governors' Association. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México.

IQAir. (2021). *Most polluted country and region ranking based on annual average PM2.5 concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*. Obtenido de World's most polluted countries & regions:  
<https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>

Jacobson, M. (2012). *Air Pollution and Global Warming: History, Science, and Solutions*. California: Cambridge University Press.

Junco Lizarbe, J., & Arana Ochoa, G. (2022). Tesis. *Estudio de la contaminación del aire y su relación con las variables meteorológicas en la ciudad de Lima Metropolitana*. Lima, Lima, Perú. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Junco-2/publication/364058598\\_Estudio\\_de\\_la\\_contaminacion\\_del\\_aire\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_las\\_variables\\_meteorologicas\\_en\\_la\\_Ciudad\\_de\\_Lima\\_Metropolitana/links/6337c226ff870c55ceed0832/Estudio-de-la-contaminacion-del-a](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Junco-2/publication/364058598_Estudio_de_la_contaminacion_del_aire_y_su_relacion_con_las_variables_meteorologicas_en_la_Ciudad_de_Lima_Metropolitana/links/6337c226ff870c55ceed0832/Estudio-de-la-contaminacion-del-a)

Khaled, G., Aljalal, A., Al-Basheer, W., & Abdulahi, M. (2017). Analysis of NO<sub>x</sub>, NO and NO<sub>2</sub> ambient levels in Dhahran, Saudi Arabia. *Urban Climate*.  
 doi:<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.07.002>

- Kovač-Andrić, E., Radanović, T., Topalović, I., & Marković, B. (2013). Temporal Variations in Concentrations of Ozone, Nitrogen Dioxide, and Carbon Monoxide at Osijek, Croatia. *Advances of Meteorology*. doi:<https://doi.org/10.1155/2013/469786>
- Lara Tovar, K., Gómez López, Z., & Zamorategui, A. (2017). Monitoreo de contaminantes atmosféricos (PM2.5, PM10 y CO2) y variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y dirección del viento) en la ciudad de Guanajuato. *Jóvenes en la Ciencia*. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1733/1237>
- López del Pino, S., & Martín, C. (2015). *Manejo de Equipos de medida de contaminantes atmosféricos*. España: Elearning S.L.
- Martí, J., Ordoñez, J., Aránguez, E., Barberá, M., & Otros. (2015). *Cambio Global España 2020/50. Cambio climático y salud*. Asturias: SESA.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014*.
- Ministerio del Ambiente del Perú [MINAM]. (2017). *N° 003-2017-MINAM*. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/>
- MINSA. (2019). Documento Técnico Normativo. *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire*. Perú.
- Naciones Unidas. (2016). Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Perspectiva Mundial del Medio Ambiente*.
- Notario, A., Bravo, I., Adame, J., Díaz-de-Mera, Y., Aranda, A., Rodríguez, A., & Rodríguez, D. (2012). Analysis of NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> and oxidant (OX = O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>) levels measured in a metropolitan area in the southwest of Iberian Peninsula. *Atmos. Res*, 217-226.

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021, octubre 22). *Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire—2021*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Las consecuencias de la contaminación ambiental: 1,7 millones de defunciones infantiles anuales*. Departamento de salud.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). *WHO Ambient Air Quality Database (Update 2023)*. [https://www.who.int/publications/m/item/who-ambient-air-quality-database-\(update-2023\)](https://www.who.int/publications/m/item/who-ambient-air-quality-database-(update-2023))
- Ozkurt, N., Sari, D., Akalin, N., & Hilmioglu, B. (2014). Evaluation of the impact of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> emissions on the ambient air-quality in the Çan-Bayramiç region of northwest Turkey during 2007-2008. *Science of the total environment*.
- Pacheco, J., Franco, J., & Behrentz, E. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá. *Ingenieria*.
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Parker, A. (2001). *Contaminación del aire por la Industria*. Madrid: Reverté S.A.
- Peña, J., & Carracedo, A. (2018). Estimación de las emisiones provenientes de fuentes fijas en la ciudad Las Tunas. *Revista Cubana de Meteorología*.
- Ríos, L. (2020). *Correlación entre las variables meteorológicas y concentración de los contaminantes atmosféricos, en el distrito de Villa María del Triunfo, en mayo de 2018*. Villa El Salvador, Perú: Tesis de Grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Obtenido de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2660/Correlación-entre-las-variables-meteorológicas-y-concentración-de-los-contaminantes->

atmosféricos-en-distrito-Villa-María-del-

Triunfo\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2021). Informe. *Vigilancia de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana y Callao*. Lima, Perú.

The Weather Company. (2022). *Calidad del Aire Hoy, Breña Provincia de Lima - Perú*.

Obtenido de The Weather Channel: <https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/Bre%C3%B1a+Provincia+de+Lima+Per%C3%BA?canonicalCityId=f4c4acf2939b7c7a4c29a1890cb83be96120f74a5e420c140bb9092088e4c1af>

Valeriano, J. (2021). Relación de las variables meteorológicas en la dispersión espacio temporal de los contaminantes atmosféricos (PM2.5, PM10, SO2, NO2, O3) del distrito de Pacocha, Moquegua, 2019 – 2020. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11366>

Wang, X., Shen, Z., Cao, J., Zhang, L., Li, J., & Sun, Y. (2012). Characteristics of surface ozone at an urban site of Xi'an in Northwest China. *Journal of environmental Monitoring*. doi:<https://doi.org/10.1039/C1EM10541H>

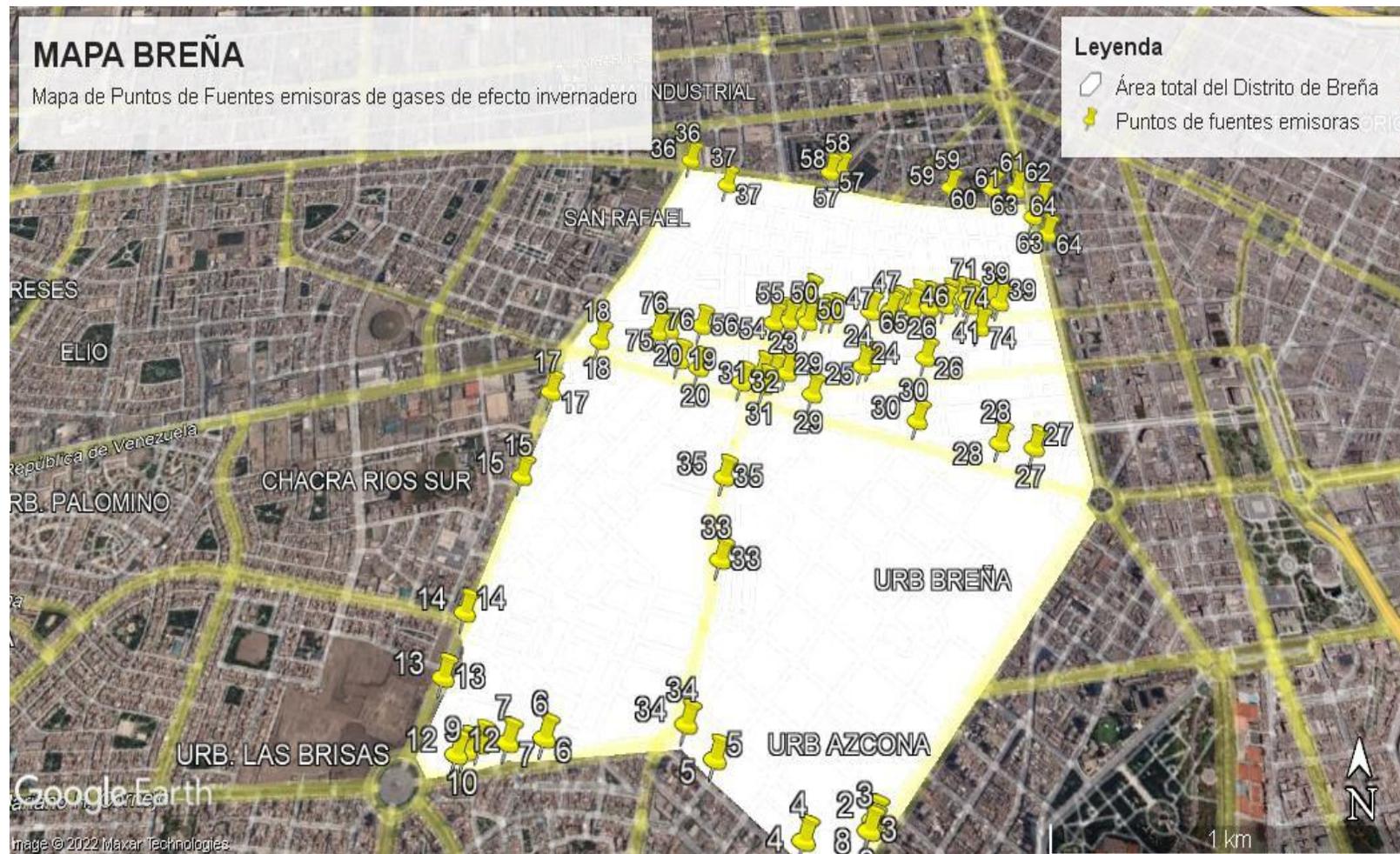
World Health Organization. (2003). Report. *Health Aspects of Air Pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*. Copenhagen: Regional Office for Europe.

World Health Organization. (2006). *Air Quality Guidelines*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

World Health Organization. (2018). *Ambient air pollution*. Obtenido de <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/ambient-air-pollution>

**ANEXOS**

**Anexo 1. Mapa de ubicación de puntos de fuentes contaminantes en el distrito de Breña**



## Anexo 2. Ficha de recolección de datos meteorológicos

PROYECTO: “INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE GASES ATMOSFÉRICOS NO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub> EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2022”								
Monitoreo meteorológico								
Responsable del monitoreo:								
N°	Punto de monitoreo	Norte	Este	Período monitoreo	Tmáx. Prom. (K)	Tmín. Prom. (K)	Presión atmosférica prom. (Kpa)	Humedad relativa prom. (%)
1	A	8665000	277000					
2	B	8665500	276000					
3	C	8665500	276500					
4	D	8665500	277000					
5	E	8666000	276000					
6	F	8666000	276500					
7	G	8666000	277000					
8	H	8666000	277500					
9	I	8666500	276500					
10	J	8666500	277000					
11	K	8666500	277500					
12	L	8667000	276500					
13	M	8667000	277000					
<b>Técnica/ método empleado:</b>								
<b>Rango:</b>								
<b>Altura sobre el suelo:</b>								
<b>Comentarios:</b>								

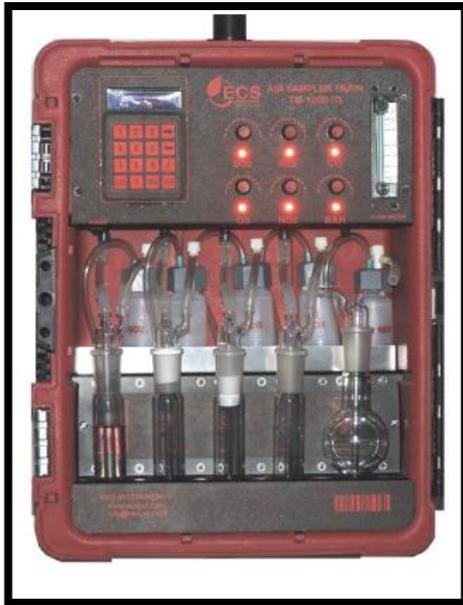
Nota: los parámetros corresponden al valor promedio durante el tiempo de monitoreo por cada punto.

### Anexo 3. Ficha de recolección de datos del monitoreo ambiental

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE GASES ATMOSFÉRICOS NO2, CO y O3 EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2022"									
Ficha de recolección de datos Monitoreo Ambiental									
Responsables:									
Tipo de métodos/instrumento:									
Calibración:									
N°	Punto de monitoreo	Norte	Este	[NO2]	Tiempo muestreo	[CO]	Tiempo muestreo	[O3]	Tiempo muestreo
1	A	8665000	277000						
2	B	8665500	276000						
3	C	8665500	276500						
4	D	8665500	277000						
5	E	8666000	276000						
6	F	8666000	276500						
7	G	8666000	277000						
8	H	8666000	277500						
9	I	8666500	276500						
10	J	8666500	277000						
11	K	8666500	277500						
12	L	8667000	276500						
13	M	8667000	277000						

**Anexo 4. Equipos de monitoreo ambiental**

**Tren de Muestreo:**



Maletín plástico de alto impacto con las siguientes medidas (60cm x 31cm x 59cm). Compuesto por una bomba de succión, con 2 aperturas (1 captador y un succionador), sistema de entrada (Filtro, para evitar paso de partículas) y el impinger en forma de bomba (NO2). Los trenes de muestreo (ECS PERU) fueron proporcionados por los laboratorios : Environmental Testing Laboratory y Analytical Laboratory .

**Estación Meteorológica**



Compuesta por una brújula, para indicar el posicionamiento, garantizando su ubicación hacia el norte. Tiene que apuntar la veleta hacia el norte acorde a la ubicación de la brújula (Punto 0). Se utilizó una Svantange Davis, proporcionada por Environmental Testing Laboratory y Analytical Laboratory. La presente estación está compuesta por: Veleta, anemómetro, piranómetro, datalogger, sensor de temperatura y humedad relativa, y pluviómetro.

## Anexo 5. Certificados de calidad

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.

**Laboratorio de Ensayo**  
En su sede ubicada en: Calle B Mz. C Lt. 40, Urbanización Habilitación Industrial Panamericana Norte, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**  
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 01 de mayo de 2022  
Fecha de Vencimiento: 30 de abril de 2026



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA  
Alejandra FAU 20600283015 soft  
Fecha: 2022-04-29 12:42:01  
Motivo: Soy el Autor del Documento

---

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL



Cedula: N° 159-2022-INACAL/DA  
Adenda N° del Contrato N°: 01 del contrato N° 029-2018/INACAL-DA  
Registro N°: LE-056

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados), y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

DA-acr-01P-02M Ver. 03

**Fecha de emisión: 27 de abril de 2022**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
 POR EL ORGANISMO AZLA CON CERTIFICADO #6032.01  
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LHA-0007-2023

**Expediente** : 537

**Fecha de emisión** : 2023-01-09

**1. Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

**Dirección** : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO

**2. Instrumento calibrado** : HIGRÓMETRO Y TERMÓMETRO AMBIENTAL (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)

**Marca** : DAVIS INSTRUMENTS

**Modelo** : VANTAGE PRO 2

**N° de serie** : AK130321055

**Código** : EM-OPE-16

**Alcance Interno** : -40 °C a 65 °C ; 0 %h.r. a 100 %h.r.

**Alcance Externo** : -50 °C a 70 °C

**Resolución Interno** : 0,1°C ; 1 %h.r.

**Resolución Externo** : 0,1°C ; 1 %h.r.

**Procedencia** : U.S.A.

**3. Lugar de calibración** : En el laboratorio de Temperatura y Humedad de ALAB EIRL.

**4. Fecha de calibración** : 2023-01-02 al 2023-01-04

**5. Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento:

- PC-026 "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales". Primera Edición. 2019. INACAL

Página 1 de 2

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**6. Trazabilidad :**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTH-002	Termohigrómetro Digital Marca: Vaisala; Modelo: MI70 Exactitud: ± 1,2 % a 1,7 %	LH- 021 -2022
PTT-005	Termómetro Digital Marca: Delta Ohm; Modelo: HD 2107.1 Exactitud: ± 0,3 °C	LTA-0135-2022

Randy César Santiago Jurado  
 Jefe de Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HEREDITADO  
 POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPA-0004-2023

Expediente : 537

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2023-01-09

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Dirección : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO

2. Instrumento calibrado : ESTACIÓN METEOROLÓGICA (BARÓMETRO)

Marca : DAVIS INSTRUMENTS

Modelo : VANTAGE PRO 2

N° de serie : AK130321055

Código : EM-OPE-16

Alcance : 550 mbar a 1100 mbar

Resolución : 0,1 mbar

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Presión de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2023-01-04

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento PC-024 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de presión absoluta (barómetros)". Primera Edición. 2018. INACAL

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**6. Trazabilidad** :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Descripción	Certificado de calibración
IATH-002	INSTRUMENTO DE MEDICION DE PRESIÓN ABSOLUTA	LPA-0045-2022



Randy César Santiago Jurado  
**Jefe de Laboratorio de Metrología**

Av. Guardia Chalaca N° 1877 Bellavista - Callao  
 Telf. 01-717 5802 / 01-717 5803 / Cel. 961768828  
 www.alab.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
 POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



**Certificado de calibración N° LPA-0004-2023**  
 Página 2 de 2

**7. Condiciones de Calibración :**

Temperatura ambiental	Inicial : 21,7 °C	Final : 22,1 °C
Humedad relativa	Inicial : 59,9 %	Final : 60,2 %
Presión atmosférica	Inicial : 1012,1 mbar	Final : 1011,7 mbar



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
 POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LVVA-0002-2023

Expediente : 537

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2023-01-09

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Dirección : AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO

2. Instrumento calibrado : **ANEMÓMETRO  
(ESTACIÓN METEOROLÓGICA)**

**INDICADOR**

Marca : DAVIS INSTRUMENTS

Modelo : VANTAGE PRO 2

N° de serie : AK130321055

Código : EM-OPE-16

Alcance : 1 m/s a 68 m/s

Resolución : 0,1 m/s

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Velocidad de Viento de ALAB E.I.R.L.

4. Fecha de calibración : 2023-01-04

5. Método de calibración :  
 La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-6 "Procedimiento para la Calibración de anemómetros" de ALAB E.I.R.L.

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**6. Trazabilidad :**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PVV-001	Anemómetro digital 0.019 m/s a 0.034 m/s	M-CCP-0848-003-22



Randy César Santiago Jurado  
**Jefe de Laboratorio de Metrología**

Av. Guardia Chasca N° 1877 Bellavista - Callao  
Telf. 01-717 5802 / 01-717 5803 / Cel. 961768828  
www.alab.com.pe



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01  
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017**



**Certificado de calibración N° LVVA-0002-2023**

Página 2 de 2

**7. Condiciones de Calibración :**

Temperatura ambiental	Inicial :	21,7 °C	Final :	22,2 °C
Humedad relativa	Inicial :	59,0 %	Final :	62,0 %



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LDV-0052-2022

<b>Expediente</b>	: 1691	Página 1 de 2
<b>Fecha de emisión</b>	: 2022-12-19	
<b>1. Solicitante</b>	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.	<p>Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.</p> <p>Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.</p>
<b>Dirección</b>	: AV. GUARDIA CHALACA 1877 - BELLAVISTA - CALLAO	
<b>2. Instrumento calibrado</b>	: ESTACION METEOROLOGICA (DIRECCIÓN DE VIENTO)	
<b>Marca</b>	: DAVIS INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	: VANTAGE PRO 2	
<b>N° de serie</b>	: BB170911059	
<b>Código</b>	: EM-OPE-340	
<b>Alcance</b>	: 0° a 360°	
<b>Resolución</b>	: 1°	
<b>Procedencia</b>	: U.S.A.	
<b>3. Lugar de calibración</b>	: En el laboratorio de metrología de ALAB	
<b>4. Fecha de calibración</b>	: 2022-12-14	
<b>5. Método de calibración</b>	: La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrados	
<b>6. Trazabilidad :</b>		

**6. Trazabilidad :**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Trazabilidad
EM-OPE-854	Brújula	MT-1265-2021 / METRINDUST
EM-OPE-892	Medidor de campo Electromagnético	CCP-0359-002-20 / ELICROM
PTF-002	Cronómetro	1031-12170028 / Control Company



**Randy C. Santiago Jurado**  
Jefe de Laboratorio de Metrología

Av. Guardia Chalaca N° 1877 Bellavista - Callao  
Telf. 01-717 5802 / 01-717 5803 / Cel. 961768828  
www.alab.com.pe

### Anexo 6. Base de datos

Punto A			Coordenadas	8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
29/3/2023	09:00:00	26	69	4,3	E	745,3	0
29/3/2023	10:00:00	27	69	4,5	E	745,5	0
29/3/2023	11:00:00	26	69	4,4	SW	745,1	0
29/3/2023	12:00:00	29	67	4,5	SW	744,6	0
29/3/2023	13:00:00	30	67	4,4	SW	744,6	0
29/3/2023	14:00:00	31	66	4,5	SW	744,1	0
29/3/2023	15:00:00	32	66	4,3	SW	745,1	0
29/3/2023	16:00:00	28	67	4,2	SW	745,1	0
29/3/2023	17:00:00	29	68	4,1	SW	745,6	0
29/3/2023	18:00:00	29	68	4	SW	745,1	0
29/3/2023	19:00:00	28	68	4,1	SW	744,6	0
29/3/2023	20:00:00	29	69	4,1	SE	744,1	0
29/3/2023	21:00:00	28	69	4,8	SE	745,1	0
29/3/2023	22:00:00	26	70	4,5	SE	745,5	0
29/3/2023	23:00:00	25	70	4,4	SE	745,5	0
30/3/2023	00:00:00	24	72	2,2	S	744,6	0
30/3/2023	01:00:00	25	72	2,2	S	745,1	0
30/3/2023	02:00:00	25	72	2,2	E	744,7	0
30/3/2023	03:00:00	24	72	2,7	E	744,6	0
30/3/2023	04:00:00	24	72	4,4	S	744,5	0
30/3/2023	05:00:00	24	72	3,1	S	745,7	0
30/3/2023	06:00:00	24	72	1,3	SW	745,4	0
30/3/2023	07:00:00	24	70	3,4	SW	746,2	0
30/3/2023	08:00:00	25	70	3,5	SW	747,1	0

Punto L			Coordenadas	8667000	276500		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
29/3/2023	09:00:00	26	70	6,3	SE	746,5	0
29/3/2023	10:00:00	27	70	4,5	SE	745,1	0
29/3/2023	11:00:00	27	70	6,3	SE	745,1	0
29/3/2023	12:00:00	27	68	5,4	SE	744,7	0
29/3/2023	13:00:00	28	68	5,8	S	744,3	0

29/3/2023	14:00:00	29	66	6,3	S	746,5	0
29/3/2023	15:00:00	29	66	7,2	S	746	0
29/3/2023	16:00:00	31	62	8	S	745,5	0
29/3/2023	17:00:00	28	64	6,7	SE	744,9	0
29/3/2023	18:00:00	28	68	6,7	SE	744,7	0
29/3/2023	19:00:00	29	68	4,9	SE	744,4	0
29/3/2023	20:00:00	28	68	4,5	SE	744,6	0
29/3/2023	21:00:00	26	70	3,6	SE	744,9	0
29/3/2023	22:00:00	26	70	2,2	SE	745,7	0
29/3/2023	23:00:00	25	72	2,2	SE	746,3	0
30/3/2024	00:00:00	24	72	2,2	SE	746,7	0
30/3/2024	01:00:00	25	74	1,8	E	747,1	0
30/3/2024	02:00:00	26	74	1,8	NW	747	0
30/3/2024	03:00:00	25	74	2,2	N	746,8	0
30/3/2024	04:00:00	24	72	1,3	E	746,4	0
30/3/2024	05:00:00	24	72	0,5	E	746,2	0
30/3/2024	06:00:00	24	72	1,3	SE	745,9	0
30/3/2024	07:00:00	24	74	2,4	SE	745,7	0
30/3/2024	08:00:00	24	72	4,2	SE	745,9	0

Punto K		Coordenadas		8666500	277500		
Date	Time	Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind	Bar (mmHG)	Rain
29/3/2023	09:00:00	25	68	3,8	E	745,8	0
29/3/2023	10:00:00	25	68	4,5	S	745,3	0
29/3/2023	11:00:00	27	67	4,5	S	744,8	0
29/3/2023	12:00:00	28	67	4,5	S	744,8	0
29/3/2023	13:00:00	29	67	4	S	744,3	0
29/3/2023	14:00:00	30	66	4	S	745,3	0
29/3/2023	15:00:00	29	67	4	SW	745,3	0
29/3/2023	16:00:00	28	68	4	SW	745,8	0
29/3/2023	17:00:00	28	68	4,9	SW	745,3	0
29/3/2023	18:00:00	27	68	4,5	SW	744,8	0
29/3/2023	19:00:00	26	66	4,5	SW	744,3	0
29/3/2023	20:00:00	25	69	4,5	S	745,3	0
29/3/2023	21:00:00	26	69	2,2	S	745,7	0
29/3/2023	22:00:00	26	69	2,2	SW	744,8	0
29/3/2023	23:00:00	25	70	2,2	SW	745,3	0
30/3/2023	00:00:00	24	70	2,7	W	744,9	0
30/3/2023	01:00:00	25	70	4,5	W	744,8	0

30/3/2023	02:00:00	24	72	3,1	W	744,7	0
30/3/2023	03:00:00	24	72	1,3	SW	745,9	0
30/3/2023	04:00:00	24	72	0,9	E	745,6	0
30/3/2023	05:00:00	24	72	0,5	E	746,3	0
30/3/2023	06:00:00	25	70	1,3	E	747,1	0
30/3/2023	07:00:00	23	68	2,2	E	745,8	0
30/3/2023	08:00:00	24	68	1,3	E	744,9	0

Punto B		Coordenadas		8665500	276000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
29/3/2023	09:00:00	24	70	4,3	E	747,1	0
29/3/2023	10:00:00	27	68	4	SE	745,3	0
29/3/2023	11:00:00	28	68	4	S	745,5	0
29/3/2023	12:00:00	26	69	4,3	S	745,3	0
29/3/2023	13:00:00	29	68	4,2	S	744,2	0
29/3/2023	14:00:00	30	68	4,5	SW	744,6	0
29/3/2023	15:00:00	31	66	4,4	SW	744,1	0
29/3/2023	16:00:00	32	66	4,3	S	744,3	0
29/3/2023	17:00:00	29	68	3,6	S	745,6	0
29/3/2023	18:00:00	29	68	3,4	SW	745,6	0
29/3/2023	19:00:00	29	68	4,3	SW	745,1	0
29/3/2023	20:00:00	28	70	4,2	S	744,6	0
30/3/2023	21:00:00	28	70	4	S	745,8	0
30/3/2023	22:00:00	28	70	4,2	SW	744,8	0
30/3/2023	23:00:00	26	72	4,2	S	744,6	0
30/3/2023	00:00:00	25	70	4,5	SW	745,2	0
30/3/2023	01:00:00	24	72	4,8	S	745,4	0
30/3/2023	02:00:00	25	70	4,8	SW	744,6	0
30/3/2023	03:00:00	24	72	4,5	SW	744,7	0
30/3/2023	04:00:00	24	72	4,6	W	744,6	0
30/3/2023	05:00:00	24	72	4,5	E	744,5	0
30/3/2023	06:00:00	24	72	4,4	E	745,2	0
30/3/2023	07:00:00	24	70	4,7	SW	744,8	0
30/3/2023	08:00:00	24	70	4,4	S	745,2	0

Punto A		Coordenadas		8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		

Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
27/4/2023	09:00:00	24,4	69	4,3	SW	745,1	0
27/4/2023	10:00:00	27	66	4,6	SW	744,6	0
27/4/2023	11:00:00	26,9	66	4,2	SW	744,6	0
27/4/2023	12:00:00	29,1	66	4,3	SW	744,1	0
27/4/2023	13:00:00	29	66	4,3	SW	745,1	0
27/4/2023	14:00:00	31,2	65	4,1	SW	745,3	0
27/4/2023	15:00:00	32,3	64	4	SW	745,4	0
27/4/2023	16:00:00	29,1	68	3,9	SW	745,1	0
27/4/2023	17:00:00	29	66	4,3	SW	744,6	0
27/4/2023	18:00:00	28,8	69	4,3	SE	744,1	0
27/4/2023	19:00:00	27,8	69	4,8	SE	745,1	0
27/4/2023	20:00:00	28,8	70	4,5	SE	745,5	0
27/4/2023	21:00:00	27,4	70	4,4	SE	745,5	0
27/4/2023	22:00:00	25,8	72	2,1	S	744,6	0
27/4/2023	23:00:00	24,8	72	2,1	S	745,1	0
28/4/2023	00:00:00	23,8	72	2,1	E	744,5	0
28/4/2023	01:00:00	24,8	73	2,7	E	744,6	0
28/4/2023	02:00:00	24,8	72	4,4	S	744,5	0
28/4/2023	03:00:00	23,8	72	3,1	S	745,7	0
28/4/2023	04:00:00	23,8	73	1,3	SW	745,4	0
28/4/2023	05:00:00	24,3	70	3,4	SW	746,2	0
28/4/2023	06:00:00	24,2	70	3,5	SW	747,1	0
28/4/2023	07:00:00	23,9	69	4,3	E	745,3	0
28/4/2023	08:00:00	25	69	4,5	E	745,5	0

Punto L		Coordenadas			8667000	276500	
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
27/4/2023	09:00:00	24,9	70	6,1	SE	746,5	0
27/4/2023	10:00:00	25,4	70	4,6	SE	745,1	0
27/4/2023	11:00:00	26,1	70	6,1	SE	745,1	0
27/4/2023	12:00:00	27,2	67	5,5	SE	744,7	0
27/4/2023	13:00:00	28	68	5,9	S	744,3	0
27/4/2023	14:00:00	29,4	65	6,5	S	746,4	0
27/4/2023	15:00:00	29,5	64	7,5	S	745,8	0
27/4/2023	16:00:00	28,5	62	8	S	745,5	0
27/4/2023	17:00:00	28	64	6,5	SE	744,9	0
27/4/2023	18:00:00	27,2	66	6,5	SE	744,5	0
27/4/2023	19:00:00	27	68	4,9	SE	744,7	0

27/4/2023	20:00:00	26,4	68	4,5	SE	744,6	0
27/4/2023	21:00:00	26,1	70	3,8	SE	744,9	0
27/4/2023	22:00:00	25,8	70	2,1	SE	745,7	0
27/4/2023	23:00:00	25	72	2,1	SE	746,3	0
28/4/2023	00:00:00	24	72	2,1	SE	746,7	0
28/4/2023	01:00:00	24,8	74	1,8	E	747,1	0
28/4/2023	02:00:00	25,3	74	1,8	NW	747,1	0
28/4/2023	03:00:00	24,8	74	1,6	N	746,8	0
28/4/2023	04:00:00	24	72	1,5	E	746,4	0
28/4/2023	05:00:00	24,1	72	1,1	E	746,2	0
28/4/2023	06:00:00	24,3	72	1,5	SE	745,9	0
28/4/2023	07:00:00	24,2	73	2,4	SE	745,6	0
28/4/2023	08:00:00	24,3	73	3,8	SE	745,9	0

Punto K	Coordenadas			8666500	277500		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
27/4/2023	09:00:00	25,2	68	4,6	S	745,3	0
27/4/2023	10:00:00	27,1	67	4,6	S	744,8	0
27/4/2023	11:00:00	28,2	67	4,7	S	744,8	0
27/4/2023	12:00:00	29,1	67	4,1	S	744,3	0
27/4/2023	13:00:00	30,2	66	4,2	S	745,3	0
27/4/2023	14:00:00	29,3	67	4,8	SW	745,4	0
27/4/2023	15:00:00	28,2	66	5,1	SW	745,9	0
27/4/2023	16:00:00	28,2	68	4,9	SW	745,3	0
27/4/2023	17:00:00	27,1	68	4,5	SW	744,8	0
27/4/2023	18:00:00	26,2	65	4,5	SW	744,1	0
27/4/2023	19:00:00	25,5	68	4,5	S	745,6	0
27/4/2023	20:00:00	26,2	69	2,3	S	745,7	0
27/4/2023	21:00:00	26,2	69	2,3	SW	744,8	0
27/4/2023	22:00:00	25,4	70	2,3	SW	745,3	0
27/4/2023	23:00:00	24,2	70	2,8	W	744,9	0
28/4/2023	00:00:00	25,1	71	4,6	W	744,9	0
28/4/2023	01:00:00	24,3	73	3,3	W	744,7	0
28/4/2023	02:00:00	24,3	73	1,5	SW	745,9	0
28/4/2023	03:00:00	24,3	74	1,1	E	745,6	0
28/4/2023	04:00:00	24,3	73	0,8	E	746,3	0
28/4/2023	05:00:00	25,1	70	1,3	E	747,3	0
28/4/2023	06:00:00	23,2	68	2,2	E	745,8	0
28/4/2023	07:00:00	24,2	68	1,3	E	744,9	0

28/4/2023	08:00:00	25,1	68	4,2	E	745,8	0
-----------	----------	------	----	-----	---	-------	---

Punto B		Coordenadas		8665500	276000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
27/4/2023	09:00:00	24,1	70	4,2	E	747,1	0
27/4/2023	10:00:00	25,7	69	4,1	SE	745,3	0
27/4/2023	11:00:00	26,8	68	4	S	745,5	0
27/4/2023	12:00:00	27,2	69	4,2	S	745,1	0
27/4/2023	13:00:00	28	68	4,1	S	744,2	0
27/4/2023	14:00:00	30,5	66	4,3	SW	744,4	0
27/4/2023	15:00:00	30,8	65	4,3	SW	743,9	0
27/4/2023	16:00:00	30,6	64	4,2	S	744,3	0
27/4/2023	17:00:00	28,5	67	3,6	S	745,6	0
27/4/2023	18:00:00	28,3	68	3,4	SW	745,4	0
27/4/2023	19:00:00	28,2	68	4,3	SW	744,9	0
27/4/2023	20:00:00	28,1	70	4,2	S	744,6	0
27/4/2023	21:00:00	28,4	70	4	S	745,8	0
27/4/2023	22:00:00	27,5	70	4,2	SW	744,8	0
27/4/2023	23:00:00	26,2	72	4,2	S	744,6	0
28/4/2023	00:00:00	24,2	70	4,5	SW	745,1	0
28/4/2023	01:00:00	23,8	72	4,6	S	745,4	0
28/4/2023	02:00:00	23,7	70	4,6	SW	744,6	0
28/4/2023	03:00:00	23,5	72	4,5	SW	744,7	0
28/4/2023	04:00:00	23,5	73	4,6	W	744,6	0
28/4/2023	05:00:00	24	71	4,5	E	744,5	0
28/4/2023	06:00:00	24	72	4,4	E	745,2	0
28/4/2023	07:00:00	24	70	4,7	SW	744,8	0
28/4/2023	08:00:00	24	70	4,4	S	745,2	0

Punto A		Coordenadas		8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
25/5/2023	09:00:00	23,5	69	4,5	SW	745,1	0
25/5/2023	10:00:00	26,3	66	4,7	SW	744,6	0
25/5/2023	11:00:00	26,5	66	4,1	SW	744,6	0

25/5/2023	12:00:00	28,9	67	4,2	SW	743,9	0
25/5/2023	13:00:00	29	66	4,2	SW	745,2	0
25/5/2023	14:00:00	31,2	64	4,1	SW	745,1	0
25/5/2023	15:00:00	31,8	63	4	SW	745,3	0
25/5/2023	16:00:00	29,1	67	3,8	SW	745,1	0
25/5/2023	17:00:00	29	68	4,4	SW	744,6	0
25/5/2023	18:00:00	27,7	68	4,4	SE	744,2	0
25/5/2023	19:00:00	27,3	69	4,8	SE	745,1	0
25/5/2023	20:00:00	27,5	70	4,6	SE	745,5	0
25/5/2023	21:00:00	27,4	70	4,4	SE	745,5	0
25/5/2023	22:00:00	25,8	71	3,5	S	744,6	0
25/5/2023	23:00:00	24,8	71	2,6	S	745,1	0
26/5/2023	00:00:00	23,8	72	2,4	E	744,6	0
26/5/2023	01:00:00	23,5	73	2,3	E	744,6	0
26/5/2023	02:00:00	23,8	72	3,8	S	744,5	0
26/5/2023	03:00:00	23,8	72	3,1	S	745,7	0
26/5/2023	04:00:00	23,9	73	2,2	SW	745,4	0
26/5/2023	05:00:00	24,3	72	3,4	SW	746,2	0
26/5/2023	06:00:00	24,2	72	3,5	SW	747,2	0
26/5/2023	07:00:00	23,9	69	4,3	E	745,3	0
26/5/2023	08:00:00	24,2	69	4,5	E	745,5	0

Punto L	Coordenadas		8667000	276500			
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
25/5/2023	09:00:00	23,3	70	5,9	SE	746,5	0
25/5/2023	10:00:00	25,4	70	4,4	SE	745,1	0
25/5/2023	11:00:00	26,1	70	5,8	SE	745,1	0
25/5/2023	12:00:00	27,2	68	5,4	SE	744,6	0
25/5/2023	13:00:00	27,8	67	5,9	S	744,4	0
25/5/2023	14:00:00	29,2	64	6,5	S	746,3	0
25/5/2023	15:00:00	29,4	63	7,5	S	745,5	0
25/5/2023	16:00:00	28,5	63	7,9	S	745,5	0
25/5/2023	17:00:00	28	64	6,5	SE	744,9	0
25/5/2023	18:00:00	27,2	66	6,5	SE	744,3	0
25/5/2023	19:00:00	27	68	4,9	SE	744,5	0
25/5/2023	20:00:00	26,2	68	4,5	SE	744,6	0
25/5/2023	21:00:00	26,1	70	3,8	SE	744,7	0
25/5/2023	22:00:00	25,8	70	2,4	SE	745,7	0
25/5/2023	23:00:00	25	72	2,3	SE	746,3	0

26/5/2023	00:00:00	24	73	2,1	SE	746,7	0
26/5/2023	01:00:00	23,8	75	1,8	E	747,1	0
26/5/2023	02:00:00	24,5	75	1,8	NW	747,1	0
26/5/2023	03:00:00	24,8	74	2,4	N	746,8	0
26/5/2023	04:00:00	24	73	1,5	E	746,4	0
26/5/2023	05:00:00	24,1	72	1,1	E	746,2	0
26/5/2023	06:00:00	24,3	72	1,4	SE	745,9	0
26/5/2023	07:00:00	24,2	73	2,2	SE	745,6	0
26/5/2023	08:00:00	24,3	73	3,5	SE	745,9	0

Punto K	Coordenadas		8666500	277500			
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
25/5/2023	09:00:00	25,2	68	4,6	S	745,3	0
25/5/2023	10:00:00	27,1	67	4,6	S	744,8	0
25/5/2023	11:00:00	28,2	67	4,7	S	744,8	0
25/5/2023	12:00:00	29,1	67	4,1	S	744,3	0
25/5/2023	13:00:00	30,2	66	4,2	S	745,3	0
25/5/2023	14:00:00	29,3	67	4,8	SW	745,4	0
25/5/2023	15:00:00	28,2	66	5,1	SW	745,9	0
25/5/2023	16:00:00	28,2	68	4,9	SW	745,3	0
25/5/2023	17:00:00	27,1	68	4,5	SW	744,8	0
25/5/2023	18:00:00	26,2	65	4,5	SW	744,1	0
25/5/2023	19:00:00	25,5	68	4,5	S	745,6	0
25/5/2023	20:00:00	26,2	69	2,3	S	745,7	0
25/5/2023	21:00:00	26,2	69	2,3	SW	744,8	0
25/5/2023	22:00:00	25,4	70	2,3	SW	745,3	0
25/5/2023	23:00:00	24,2	70	2,8	W	744,9	0
26/5/2023	00:00:00	25,1	71	4,6	W	744,9	0
26/5/2023	01:00:00	24,3	73	3,3	W	744,7	0
26/5/2023	02:00:00	24,3	73	1,5	SW	745,9	0
26/5/2023	03:00:00	24,3	74	1,1	E	745,6	0
26/5/2023	04:00:00	24,3	73	0,8	E	746,3	0
26/5/2023	05:00:00	25,1	70	1,3	E	747,3	0
26/5/2023	06:00:00	23,2	68	2,2	E	745,8	0
26/5/2023	07:00:00	24,2	68	1,3	E	744,9	0
26/5/2023	08:00:00	25,1	68	4,2	E	745,8	0

Punto B	Coordenadas	8665500	276000
---------	-------------	---------	--------

		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
25/5/2023	09:00:00	24,1	71	4,1	E	747,1	0
25/5/2023	10:00:00	27,2	70	4	SE	745,3	0
25/5/2023	11:00:00	28,2	69	3,8	S	745,5	0
25/5/2023	12:00:00	26,5	69	4,1	S	744,9	0
25/5/2023	13:00:00	29	68	4,1	S	744,2	0
25/5/2023	14:00:00	30,5	67	4,2	SW	744,3	0
25/5/2023	15:00:00	31	65	4,2	SW	743,7	0
25/5/2023	16:00:00	28,2	64	4,1	S	744,3	0
25/5/2023	17:00:00	27	67	3,9	S	745,6	0
25/5/2023	18:00:00	26,1	66	3,5	SW	745,3	0
25/5/2023	19:00:00	25,9	66	3,9	SW	744,9	0
25/5/2023	20:00:00	26,6	69	4,1	S	744,6	0
25/5/2023	21:00:00	26,8	69	4	S	745,8	0
25/5/2023	22:00:00	27,1	69	4,1	SW	744,8	0
25/5/2023	23:00:00	26,4	71	4,2	S	744,6	0
26/5/2023	00:00:00	24,9	70	4,5	SW	744,9	0
26/5/2023	01:00:00	24,4	72	4,6	S	745,4	0
26/5/2023	02:00:00	25,2	70	4,6	SW	744,6	0
26/5/2023	03:00:00	23,8	72	4,5	SW	744,7	0
26/5/2023	04:00:00	22,8	73	4,3	W	744,6	0
26/5/2023	05:00:00	22,7	71	4,4	E	744,5	0
26/5/2023	06:00:00	23,5	72	4,5	E	745,2	0
26/5/2023	07:00:00	24	70	4,6	SW	744,6	0
26/5/2023	08:00:00	24	70	4,3	S	745,1	0

	Punto A		Coordenadas	8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
22/6/2023	09:00:00	23,7	59	6,4	WSW	764,8	0
22/6/2023	10:00:00	23,7	60	6,4	N	765,1	0
22/6/2023	11:00:00	23,6	60	1,6	S	764,9	0
22/6/2023	12:00:00	20,8	66	1,6	N	765,7	0
22/6/2023	13:00:00	19,9	68	1,6	NNE	765,4	0
22/6/2023	14:00:00	19,8	69	1,6	NNE	764,8	0
22/6/2023	15:00:00	19,4	72	3,2	NNE	764,4	0

22/6/2023	16:00:00	19,3	71	0	WSW	763,7	0
22/6/2023	17:00:00	19,2	72	1,6	NNE	763,4	0
22/6/2023	18:00:00	19,3	71	1,6	N	763,6	0
22/6/2023	19:00:00	19,2	72	1,6	NNE	764	0
22/6/2023	20:00:00	19,1	73	1,6	NNE	764,3	0
22/6/2023	21:00:00	19	73	1,6	NNE	764,7	0
22/6/2023	22:00:00	18,9	74	0	SSE	764,8	0
22/6/2023	23:00:00	18,9	74	0	NE	764,7	0
23/6/2023	00:00:00	18,9	76	0	NNE	764,5	0
23/6/2023	01:00:00	18,7	76	0	ESE	764,2	0
23/6/2023	02:00:00	19,1	75	3,2	N	764,2	0
23/6/2023	03:00:00	20,1	71	4,8	N	764,1	0
23/6/2023	04:00:00	20,9	67	6,4	NNE	763,8	0
23/6/2023	05:00:00	22,6	62	4,8	NW	763,6	0
23/6/2023	06:00:00	22,9	62	6,4	N	763,8	0
23/6/2023	07:00:00	24,4	59	4,8	S	764,2	0
23/6/2023	08:00:00	23,5	59	6,4	SSE	764,3	0

Punto B		Coordenadas		8665500	276000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
22/6/2023	09:00:00	23,1	61	15,2	SE	765,2	0
22/6/2023	10:00:00	21,1	66	14,5	SE	765	0
22/6/2023	11:00:00	20,2	69	14,3	SE	765,8	0
22/6/2023	12:00:00	19,3	71	13,9	SE	765,5	0
22/6/2023	13:00:00	19,2	71	13,8	SE	764,9	0
22/6/2023	14:00:00	19,1	71	13,7	SE	764,5	0
22/6/2023	15:00:00	19,1	70	13,5	SE	763,8	0
22/6/2023	16:00:00	19	73	14	SE	763,5	0
22/6/2023	17:00:00	18,4	76	14,1	SE	763,7	0
22/6/2023	18:00:00	18,4	76	14,1	SE	764,1	0
22/6/2023	19:00:00	18,4	76	14,1	SE	764,4	0
22/6/2023	20:00:00	18,2	76	13,9	SE	764,8	0
22/6/2023	21:00:00	18,3	74	13,6	SE	764,9	0
22/6/2023	22:00:00	18,3	74	13,6	SE	764,8	0
22/6/2023	23:00:00	18,2	73	13,3	SE	764,6	0
23/6/2023	00:00:00	18,2	72	13,1	SE	764,3	0
23/6/2023	01:00:00	18,6	70	13	SSE	764,3	0
23/6/2023	02:00:00	18,8	71	13,5	SE	764,2	0
23/6/2023	03:00:00	19,2	71	13,8	SE	763,9	0

23/6/2023	04:00:00	20,2	67	13,8	SE	763,7	0
23/6/2023	05:00:00	21,9	63	14,6	SE	763,9	0
23/6/2023	06:00:00	22,9	61	15	SE	764,3	0
23/6/2023	07:00:00	23,3	59	14,9	SE	764,4	0
23/6/2023	08:00:00	23,6	59	15,1	SE	764,9	0

Punto L	Coordenadas		8667000	276500			
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
22/6/2023	09:00:00	18,6	70	6,4	SSE	765,7	0
22/6/2023	10:00:00	17,4	77	3,2	WSW	765,5	0
22/6/2023	11:00:00	18	74	4,8	W	766,3	0
22/6/2023	12:00:00	20,3	67	3,2	WSW	766	0
22/6/2023	13:00:00	19,9	66	6,4	W	765,4	0
22/6/2023	14:00:00	19,3	68	3,2	W	765	0
22/6/2023	15:00:00	19,3	69	4,8	WSW	764,3	0
22/6/2023	16:00:00	19,3	68	4,8	WSW	764	0
22/6/2023	17:00:00	19,2	69	6,4	W	764,2	0
22/6/2023	18:00:00	18,2	68	0	---	764,6	0
22/6/2023	19:00:00	18,2	73	1,6	W	764,9	0
22/6/2023	20:00:00	17,3	77	4,8	W	765,3	0
22/6/2023	21:00:00	17,4	77	3,2	WSW	765,4	0
22/6/2023	22:00:00	18	74	4,8	W	765,3	0
22/6/2023	23:00:00	20,3	67	3,2	WSW	765,1	0
23/6/2023	00:00:00	19,9	66	6,4	W	764,8	0
23/6/2023	01:00:00	19,3	68	3,2	W	764,7	0
23/6/2023	02:00:00	18,4	76	12,9	SE	764,7	0
23/6/2023	03:00:00	18,4	76	14,5	SE	764,4	0
23/6/2023	04:00:00	18,2	76	12,9	SE	764,2	0
23/6/2023	05:00:00	18,3	74	11,3	SE	764,4	0
23/6/2023	06:00:00	18,3	74	12,9	SE	764,8	0
23/6/2023	07:00:00	18,2	73	11,3	SE	764,9	0
23/6/2023	08:00:00	18,2	72	8	SE	765,4	0

Punto K	Coordenadas		8666500	277500	IGUAL		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		

Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
22/6/2023	09:00:00	18,7	71,6	8,2	SE	765,7	0
22/6/2023	10:00:00	19,1	69,6	6,6	SSE	765,5	0
22/6/2023	11:00:00	17,9	76,6	3,4	WSW	766,3	0
22/6/2023	12:00:00	18,5	73,6	5	W	766	0
22/6/2023	13:00:00	20,8	66,6	3,4	WSW	765,4	0
22/6/2023	14:00:00	20,4	65,6	6,6	W	765	0
22/6/2023	15:00:00	19,8	67,6	3,4	W	764,3	0
22/6/2023	16:00:00	19,8	68,6	5	WSW	764	0
22/6/2023	17:00:00	19,8	67,6	5	WSW	764,2	0
22/6/2023	18:00:00	19,7	68,6	6,6	W	764,6	0
22/6/2023	19:00:00	18,7	67,6	0,2	---	764,9	0
22/6/2023	20:00:00	18,7	72,6	1,8	W	765,3	0
22/6/2023	21:00:00	17,8	76,6	5	W	765,4	0
22/6/2023	22:00:00	17,9	76,6	3,4	WSW	765,3	0
22/6/2023	23:00:00	18,5	73,6	5	W	765,1	0
23/6/2023	00:00:00	20,8	66,6	3,4	WSW	764,8	0
23/6/2023	01:00:00	20,4	65,6	6,6	W	764,7	0
23/6/2023	02:00:00	19,8	67,6	3,4	W	764,7	0
23/6/2023	03:00:00	18,9	75,6	13,1	SE	764,4	0
23/6/2023	04:00:00	18,9	75,6	14,7	SE	764,2	0
23/6/2023	05:00:00	18,7	75,6	13,1	SE	764,4	0
23/6/2023	06:00:00	18,8	73,6	11,5	SE	764,8	0
23/6/2023	07:00:00	18,8	73,6	13,1	SE	764,9	0
23/6/2023	08:00:00	18,7	72,6	11,5	SE	765,4	0

Punto L	Coordenadas		8667000	276500			
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
26/7/2023	09:00:00	19,5	79	1,6	ESE	770,1	0
26/7/2023	10:15:00	20,6	76	6,9	N	770,1	0
26/7/2023	11:00:00	20,1	76	2,2	N	769,7	0
26/7/2023	12:00:00	20,7	73	1,8	N	769,4	0
26/7/2023	13:00:00	20,6	74	1,8	N	769	0
26/7/2023	14:00:00	21,3	72	1,6	NW	768,7	0
26/7/2023	15:00:00	20,7	74	1,6	W	768,1	0
26/7/2023	16:00:00	20,2	77	1,6	WSW	767,8	0
26/7/2023	17:00:00	19,9	79	1,6	WSW	767,7	0
26/7/2023	18:00:00	19,6	82	1,6	NNE	768	0

26/7/2023	19:00:00	19,4	82	1	NNE	768,2	0
26/7/2023	20:00:00	18,7	86	1,6	SE	768,6	0
26/7/2023	21:00:00	18,7	86	1,6	E	769	0
26/7/2023	22:00:00	18,8	83	1,6	E	769,2	0
26/7/2023	23:00:00	19	82	1,6	E	769,2	0
27/7/2023	00:00:00	19,2	82	1,6	ESE	769,1	0
27/7/2023	01:00:00	19,2	82	3	E	769,1	0
27/7/2023	02:00:00	19,2	82	3,2	E	769	0
27/7/2023	03:00:00	19,3	80	6,4	NNE	768,8	0
27/7/2023	04:00:00	19,5	78	3,2	ENE	768,8	0
27/7/2023	05:00:00	19,3	78	1,6	ENE	768,4	0
27/7/2023	06:00:00	19,4	76	1,6	ENE	768,8	0
27/7/2023	07:00:00	18,9	82	1,6	ESE	769,2	0
27/7/2023	08:00:00	18,8	83	1,6	ENE	769,5	0

Punto B		Coordenadas		8665500	276000		
Date	Time	Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind	Bar (mmHG)	Rain
26/7/2023	09:00	19,9	77,6	1,7	ESE	771,10	0
26/7/2023	10:00	21	74,6	7	N	771,00	0
26/7/2023	11:00	20,5	74,6	3	N	769,70	0
26/7/2023	12:00	21,1	71,6	1,9	N	769,40	0
26/7/2023	13:00	21	72,6	1,9	N	769,00	0
26/7/2023	14:00	21,7	70,6	1,8	NW	768,70	0
26/7/2023	15:00	21,1	72,6	1,7	W	767,70	0
26/7/2023	16:00	20,6	75,6	1,7	WSW	767,70	0
26/7/2023	17:00	20,3	77,6	1,7	WSW	767,70	0
26/7/2023	18:00	20	80,6	1,7	NNE	768,00	0
26/7/2023	19:00	19,8	80,6	1,1	NNE	768,20	0
26/7/2023	20:00	19,1	84,6	1,7	SE	768,60	0
26/7/2023	21:00	19,1	84,6	1,7	E	769,00	0
26/7/2023	22:00	19,2	81,6	1,7	E	769,20	0
26/7/2023	23:00	19,4	80,6	1,7	E	769,20	0
27/7/2023	00:00	19,6	80,6	1,7	ESE	769,00	0
27/7/2023	01:00	19,6	80,6	3,1	E	769,00	0
27/7/2023	02:00	19,6	80,6	3,3	E	769,00	0
27/7/2023	03:00	19,7	78,6	6,5	NNE	768,80	0
27/7/2023	04:00	19,9	76,6	3,3	ENE	768,80	0
27/7/2023	05:00	19,7	76,6	1,7	ENE	768,40	0
27/7/2023	06:00	19,8	74,6	1,7	ENE	768,80	0

27/7/2023	07:00	19,3	80,6	1,7	ESE	769,20	0
27/7/2023	08:00	19,2	81,6	1,7	ENE	769,50	0

		Punto A	Coordenadas	8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
26/7/2023	09:00	19,1	81,6	2	ENE	769,60	0
26/7/2023	10:00	19,8	77,6	2	ESE	769,50	0
26/7/2023	11:00	20,9	74,6	7,3	N	769,70	0
26/7/2023	12:00	20,4	74,6	3,3	N	769,40	0
26/7/2023	13:00	21	71,6	2,2	N	769,00	0
26/7/2023	14:00	20,9	72,6	2,2	N	768,50	0
26/7/2023	15:00	21,6	70,6	2,1	NW	768,20	0
26/7/2023	16:00	21	72,6	2	W	767,70	0
26/7/2023	17:00	20,5	75,6	2	WSW	767,70	0
26/7/2023	18:00	20,2	77,6	2	WSW	768,00	0
26/7/2023	19:00	19,9	80,6	2	NNE	768,20	0
26/7/2023	20:00	19,7	80,6	1,4	NNE	768,60	0
26/7/2023	21:00	19	84,6	2	SE	769,00	0
26/7/2023	22:00	19	84,6	2	E	769,10	0
26/7/2023	23:00	19,1	81,6	2	E	769,10	0
27/7/2023	00:00	19,3	80,6	2	E	769,00	0
27/7/2023	01:00	19,5	80,6	2	ESE	769,00	0
27/7/2023	02:00	19,5	80,6	3,4	E	769,00	0
27/7/2023	03:00	19,5	80,6	3,6	E	768,80	0
27/7/2023	04:00	19,6	78,6	6,8	NNE	768,80	0
27/7/2023	05:00	19,8	76,6	3,6	ENE	768,40	0
27/7/2023	06:00	19,6	76,6	2	ENE	768,60	0
27/7/2023	07:00	19,7	74,6	2	ENE	769,20	0
27/7/2023	08:00	19,2	80,6	2	ESE	769,50	0

Punto K	Coordenadas	8666500	277500
---------	-------------	---------	--------

		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
26/7/2023	09:00	19,3	82,6	1,8	ENE	769,65	0

26/7/2023	10:00	20	78,6	1,8	ESE	769,45	0
26/7/2023	11:00	21,1	75,6	7,1	N	769,70	0
26/7/2023	12:00	20,6	75,6	2,5	N	769,40	0
26/7/2023	13:00	21,2	72,6	2,1	N	769,00	0
26/7/2023	14:00	21,1	73,6	2,1	N	768,40	0
26/7/2023	15:00	21,8	71,6	2	NW	768,10	0
26/7/2023	16:00	21,2	73,6	1,8	W	767,70	0
26/7/2023	17:00	20,7	76,6	1,8	WSW	767,70	0
26/7/2023	18:00	20,4	78,6	1,8	WSW	768,00	0
26/7/2023	19:00	20,1	81,6	1,8	NNE	768,20	0
26/7/2023	20:00	19,9	81,6	1,2	NNE	768,40	0
26/7/2023	21:00	19,2	85,6	1,8	SE	769,00	0
27/7/2023	22:00	19,2	85,6	1,8	E	769,10	0
27/7/2023	23:00	19,3	82,6	1,8	E	769,10	0
27/7/2023	00:00	19,5	81,6	1,8	E	768,90	0
27/7/2023	01:00	19,7	81,6	1,8	ESE	768,90	0
27/7/2023	02:00	19,7	81,6	3,2	E	769,00	0
27/7/2023	03:00	19,7	81,6	3,4	E	768,80	0
27/7/2023	04:00	19,8	79,6	6,6	NNE	768,80	0
27/7/2023	05:00	20	77,6	3,4	ENE	768,40	0
27/7/2023	06:00	19,8	77,6	1,8	ENE	768,60	0
27/7/2023	07:00	19,9	75,6	1,8	ENE	769,20	0
27/7/2023	08:00	19,4	81,6	1,8	ESE	769,30	0

Punto L	Coordenadas		8667000	276500			
		Temp ( °C)	Out (%)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
3/8/2023	09:00:00	21	74	1	E	769,7	0
3/8/2023	10:00:00	21	73	2	E	769,8	0
3/8/2023	11:00:00	24	68	2	SW	764,3	0
3/8/2023	12:00:00	21	75	1	E	769,8	0
3/8/2023	13:00:00	21	75	2	E	768,8	0
3/8/2023	14:00:00	21	75	2	E	768,8	0
3/8/2023	15:00:00	21	74	3	E	768,2	0
3/8/2023	16:00:00	20	75	3	W	767,7	0
3/8/2023	17:00:00	20	75	3	W	768	0
3/8/2023	18:00:00	20	78	2	E	768,2	0
3/8/2023	19:00:00	19	80	2	NE	768,3	0
3/8/2023	20:00:00	20	79	2	E	768,6	0
3/8/2023	21:00:00	20	70	1	E	768,7	0

3/8/2023	22:00:00	19	80	2	SE	768,6	0
3/8/2023	23:00:00	19	80	2	NE	768	0
4/8/2023	00:00:00	19	80	2	W	767,6	0
4/8/2023	01:00:00	19	79	2	SE	767,3	0
4/8/2023	02:00:00	19	79	2	W	765,5	0
4/8/2023	03:00:00	19	79	2	W	768,1	0
4/8/2023	04:00:00	18	78	1	W	767,4	0
4/8/2023	05:00:00	19	78	1	W	767,5	0
4/8/2023	06:00:00	19	76	2	E	768,1	0
4/8/2023	07:00:00	19	76	1	E	762,4	0
4/8/2023	08:00:00	29	75	2	E	769,3	0

Punto B			Coordenadas	8665500	276000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
3/8/2023	09:00:00	20,9	73	0,9	E	769,50	0
3/8/2023	10:00:00	20,9	72	1,9	E	769,70	0
3/8/2023	11:00:00	23,9	67	1,9	SW	764,50	0
3/8/2023	12:00:00	20,9	74	0,9	E	769,80	0
3/8/2023	13:00:00	20,9	74	1,9	E	768,80	0
3/8/2023	14:00:00	20,9	74	1,9	E	768,80	0
3/8/2023	15:00:00	20,9	73	2,9	E	768,20	0
3/8/2023	16:00:00	19,9	74	2,9	W	767,70	0
3/8/2023	17:00:00	19,9	74	2,9	W	768,00	0
3/8/2023	18:00:00	19,9	77	1,9	E	768,10	0
3/8/2023	19:00:00	18,9	79	1,9	NE	768,20	0
3/8/2023	20:00:00	19,9	78	1,9	E	768,60	0
3/8/2023	21:00:00	19,9	69	0,9	E	768,70	0
3/8/2023	22:00:00	18,9	79	1,9	SE	768,60	0
3/8/2023	23:00:00	18,9	79	1,9	NE	768,00	0
4/8/2023	00:00:00	18,9	79	1,9	W	767,60	0
4/8/2023	01:00:00	18,9	78	1,9	SE	767,30	0
4/8/2023	02:00:00	18,9	78	1,9	W	765,50	0
4/8/2023	03:00:00	18,9	78	1,9	W	768,10	0
4/8/2023	04:00:00	17,9	77	0,9	W	767,40	0
4/8/2023	05:00:00	18,9	77	0,9	W	767,50	0
4/8/2023	06:00:00	18,9	75	1,9	E	768,00	0
4/8/2023	07:00:00	18,9	75	0,9	E	762,30	0
4/8/2023	08:00:00	28,9	74	1,9	E	769,10	0

		Punto A		Coordenadas	8665000	277000		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind			
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain	
3/8/2023	09:00:00	20,8	73	1,2	E	769,40	0	
3/8/2023	10:00:00	20,8	72	2,2	E	769,60	0	
3/8/2023	11:00:00	23,8	67	2,2	SW	764,20	0	
3/8/2023	12:00:00	20,8	74	1,2	E	769,80	0	
3/8/2023	13:00:00	20,8	74	2,2	E	768,80	0	
3/8/2023	14:00:00	20,8	74	2,2	E	768,80	0	
3/8/2023	15:00:00	20,8	73	3,2	E	768,50	0	
3/8/2023	16:00:00	19,8	74	3,2	W	767,70	0	
3/8/2023	17:00:00	19,8	74	3,2	W	768,00	0	
3/8/2023	18:00:00	19,8	77	2,2	E	768,00	0	
3/8/2023	19:00:00	18,8	79	2,2	NE	768,20	0	
3/8/2023	20:00:00	19,8	78	2,2	E	768,60	0	
3/8/2023	21:00:00	19,8	69	1,2	E	768,70	0	
3/8/2023	22:00:00	18,8	79	2,2	SE	768,60	0	
3/8/2023	23:00:00	18,8	79	2,2	NE	768,00	0	
4/8/2023	00:00:00	18,8	79	2,2	W	767,60	0	
4/8/2023	01:00:00	18,8	78	2,2	SE	767,30	0	
4/8/2023	02:00:00	18,8	78	2,2	W	765,50	0	
4/8/2023	03:00:00	18,8	78	2,2	W	768,10	0	
4/8/2023	04:00:00	17,8	77	1,2	W	767,40	0	
4/8/2023	05:00:00	18,8	77	1,2	W	767,50	0	
4/8/2023	06:00:00	18,8	75	2,2	E	768,00	0	
4/8/2023	07:00:00	18,8	75	1,2	E	762,40	0	
4/8/2023	08:00:00	28,8	74	2,2	E	769,00	0	

Punto K		Coordenadas		8666500	277500		
		Temp ( °C)	Out ( %)	Wind ( M/S)	Wind		
Date	Time	Out	Hum	Speed	Dir	Bar (mmHG)	Rain
3/8/2023	09:00:00	21,5	73,6	1,2	E	770,00	0
3/8/2023	10:00:00	21,5	72,6	2,2	E	769,70	0
3/8/2023	11:00:00	24,5	67,6	2,2	SW	764,20	0
3/8/2023	12:00:00	21,5	74,6	1,2	E	769,80	0
3/8/2023	13:00:00	21,5	74,6	2,2	E	768,80	0
3/8/2023	14:00:00	21,5	74,6	2,2	E	768,80	0

3/8/2023	15:00:00	21,5	73,6	3,2	E	768,40	0
3/8/2023	16:00:00	20,5	74,6	3,2	W	767,70	0
3/8/2023	17:00:00	20,5	74,6	3,2	W	768,00	0
3/8/2023	18:00:00	20,5	77,6	2,2	E	768,00	0
3/8/2023	19:00:00	19,5	79,6	2,2	NE	768,20	0
3/8/2023	20:00:00	20,5	78,6	2,2	E	768,60	0
3/8/2023	21:00:00	20,5	69,6	1,2	E	768,70	0
3/8/2023	22:00:00	19,5	79,6	2,2	SE	768,60	0
3/8/2023	23:00:00	19,5	79,6	2,2	NE	768,00	0
4/8/2023	00:00:00	19,5	79,6	2,2	W	767,60	0
4/8/2023	01:00:00	19,5	78,6	2,2	SE	767,30	0
4/8/2023	02:00:00	19,5	78,6	2,2	W	765,50	0
4/8/2023	03:00:00	19,5	78,6	2,2	W	768,10	0
4/8/2023	04:00:00	18,5	77,6	1,2	W	767,40	0
4/8/2023	05:00:00	19,5	77,6	1,2	W	767,50	0
4/8/2023	06:00:00	19,5	75,6	2,2	E	767,70	0
4/8/2023	07:00:00	19,5	75,6	1,2	E	762,40	0
4/8/2023	08:00:00	29,5	74,6	2,2	E	768,50	0

### Anexo 7. Pruebas estadísticas en SPSS

Measures of Central Tendency

Media recortada al 5%	1,36375	
Mediana	,42750	
Varianza	4,112	
Desv. Desviación	2,027704	
Mínimo	,010	
Máximo	5,200	
Rango	5,190	
Rango intercuartil	3,700	
Asimetría	,748	,472
Curtosis	-1,228	,918

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,297	24	,000	,753	24	,000
Presion Atm	,321	24	,000	,706	24	,000
Velocidad del viento	,303	24	,000	,651	24	,000
Humedad Relativa	,251	24	,000	,824	24	,001
[NO2]	,287	24	,000	,762	24	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Temperatura**

```

/VARIABLES=Temperatura Veloc_Viento Humedad Concentracion
/PRINT=SPEARMAN TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

**Correlaciones no paramétricas**

		Temperatura	Velocidad del viento	Humedad Relativa	[NO2]
Rho de Spearman	Temperatura	1,000	,217	-,577**	-,559**
			,309	,003	,004
	N	24	24	24	24
Velocidad del viento		,217	1,000	-,428*	-,591**
		,309		,037	,002
	N	24	24	24	24
Humedad Relativa		-,577**	-,428*	1,000	,479
		,003	,037		,018
	N	24	24	24	24
[NO2]		-,559**	-,591**	,479	1,000
		,004	,002	,018	
	N	24	24	24	24

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).  
\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

	FFC	N	Rango promedio
[NO2]	FE1	6	36,58
	FE2	6	47,92
	FE3	6	28,92
	FE4	6	41,17
	FE5	6	55,33
	FE6	6	33,92
	FE7	6	35,92
	FE8	6	27,92
	FE9	6	49,50
	FE10	6	45,42
	FE11	6	41,92
	FE12	6	33,58
	FE13	6	35,42
Total		78	

	[NO2]
H de Kruskal-Wallis	9,535
gl	12
Sig. asintótica	,657

a. Prueba de Kruskal Wallis  
b. Variable de agrupación: FFC

```
*Nonparametric Tests: Independent Samples.
NPTESTS
  /INDEPENDENT TEST (Concentraciones) GROUP (Fuente_Fija_C) KRUSKAL_1
  /MISSING SCOPE=ANALYSIS USERMISSING=EXCLUDE
  /CRITERIA ALPHA=0.05 CILEVEL=95.
```

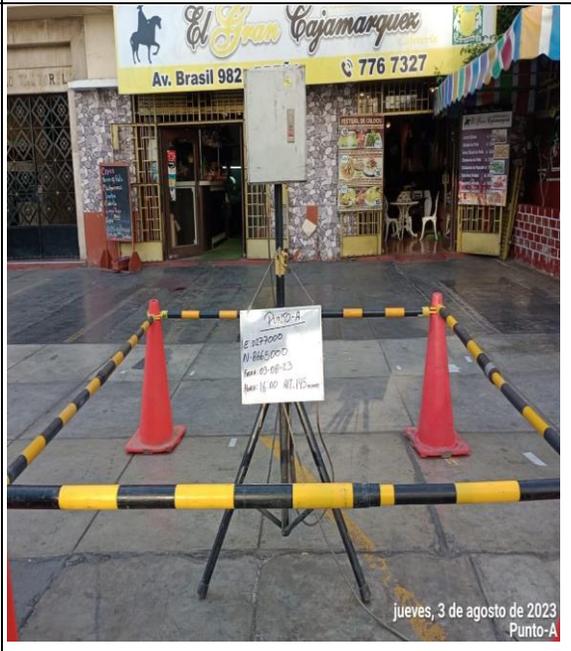
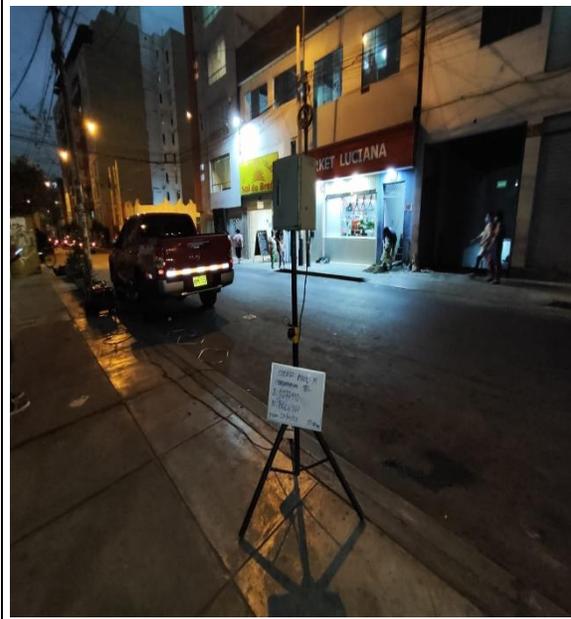
**Pruebas no paramétricas**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de [NO2] es la misma entre las categorías de FFC.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,657	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Anexo 8. Panel fotográfico





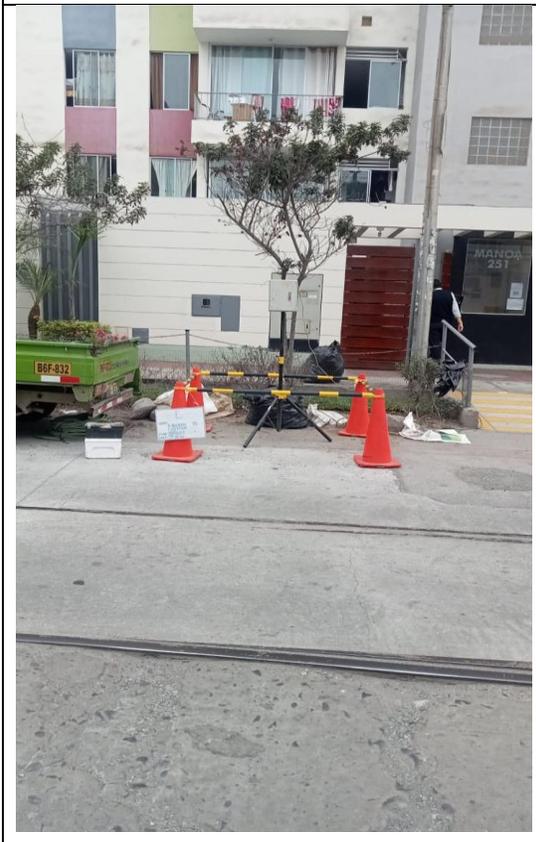
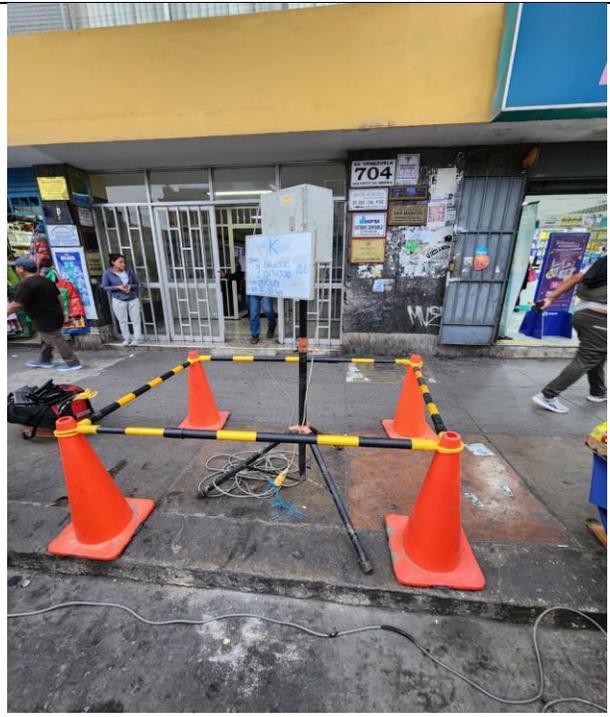


Jueves, 3 de agosto de 2023  
Punto-E



Jueves, 3 de agosto de 2023  
Punto-G





## Anexo 9. Resolución Directoral Académica de aprobación del proyecto



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 116-2023-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 26 de julio del 2023

**VISTO:**  
El informe de revisión académica independiente y la aprobación de un Comité de Ética (N° de Constancia: **081-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2023**) del proyecto de tesis titulado: **INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL GAS ATMOSFÉRICO NO<sub>2</sub>, EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA - 2023**, presentado por:

- JAIME ÁLVAREZ BERBERISCO
- CESAR MACHACA VALQUI

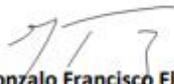
**CONSIDERANDO:**  
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, según la modalidad elegida, es necesario la realización y sustentación de una tesis.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**  
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **INFLUENCIA DE LAS FUENTES FIJAS CONTAMINANTES Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL GAS ATMOSFÉRICO NO<sub>2</sub>, EN EL DISTRITO DE BREÑA, LIMA – 2023** con N° de registro: **PRE-11-2023-00013**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Lourdes Documet Forger** como **asesor(a)** para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,



**Dr. Gonzalo Francisco Flores Roca**  
Director Académico  
Carrera de Ingeniería Ambiental

T // (51) 610 6738  
informes@cientificadupe  
cientificadupe