

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN TÉRMINOS DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO Y MONÓXIDO DE CARBONO EN VILLA EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**SOLIER QUISPE, ROMINA PAMELLA**

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Andrés y Beatriz, mi hermana Andrea, a mis abuelos.

A todos los miembros de mi familia que me apoyaron, además motivaron para seguir adelante.

A Valentino, Bob y a mis demás hermanos, los cuales contribuyeron a que cada día me esfuerce por ser una mejor persona. Gracias por su amor incondicional y sus huellas imborrables que dejaron en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por acompañarme en cada paso durante mi vida, por permitirme realizar mis objetivos y metas.

A mis padres y hermana por ser el ejemplo en mi vida.

A mi asesor Alex Armas Blancas por su apoyo en la realización del trabajo.

Al biólogo Ángel Ramírez por sus enseñanzas y motivación.

Al profesor José Vilca por facilitarme el uso del tren de muestreo y estación meteorológica.

Al grupo de trabajo que apoyó en el monitoreo, en especial a Antony Calderón por el tiempo dedicado en el presente trabajo.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2. Justificación del problema .....	10
1.3. Delimitación del proyecto .....	11
1.3.1. Teórica.....	11
1.3.2. Temporal .....	11
1.3.3. Espacial .....	11
1.4. Formulación del problema .....	12
1.4.1. Problema general .....	12
1.4.2. Problemas específicos.....	12
1.5. Objetivos .....	13
1.5.1. Objetivo general.....	13
1.5.2. Objetivos específicos.....	13
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. Antecedentes .....	14
2.2. Bases teóricas.....	17
2.2.1. La atmósfera.....	17
2.2.2. Contaminación del aire .....	17
2.2.3. Fuentes de contaminación.....	17
2.2.4. Dispersión de los contaminantes del aire .....	19
2.2.5. Factores meteorológicos .....	19
2.2.6. Tipos de contaminantes.....	20
2.2.7. Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana .....	21
2.2.8. Dióxido de nitrógeno ( <b>NO<sub>2</sub></b> ).....	21

2.2.9. Monóxido de carbono ( <b>CO</b> ) .....	21
2.2.10. Estándar de Calidad Ambiental (ECA).....	22
2.2.11. Protocolo de Monitoreo.....	22
2.2.12. Índice de calidad del aire .....	22
2.2.13. Tren de muestreo .....	23
2.2.14. Marco legal .....	23
2.3. Definición de términos básicos.....	26
<b>CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA</b>	
<b>PROFESIONAL .....</b>	<b>28</b>
3.1. Materiales y métodos .....	28
3.1.1. Materiales y equipos.....	28
3.1.2. Métodos.....	29
3.2. RESULTADOS .....	38
3.2.1. Fuentes de generación de contaminantes atmosféricos.....	38
3.2.2. Resultados del monitoreo del 25/12/2017.....	38
3.2.3. Resultados del monitoreo del 01/01/2018.....	47
3.2.4. Cálculo del Índice de Calidad de Aire .....	57
3.2.5. Lineamientos de medidas de control, mitigación y prevención para mejorar la contaminación atmosférica (respecto a los gases NO <sub>2</sub> y CO).....	60
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del punto de muestreo.....	12
Figura 2. Tren de muestreo de gases. ....	23
Figura 3. Instalación de la estación meteorológica.....	34
Figura 4. Comparación de los resultados de $NO_2$ con las normativas vigentes en la fecha 25/12/2017.....	39
Figura 5. Comparación de los resultados de $CO$ con las normativas vigentes en la fecha 25/12/2017.....	40
Figura 6. Variación horaria de la temperatura ambiental en el día 25/12/2017. ....	42
Figura 7. Variación horaria de la humedad relativa en el día 25/12/2017. ....	43
Figura 8. Variación horaria de la presión atmosférica en el día 25/12/2017.....	44
Figura 9. Variación horaria de la velocidad el viento en el día 25/12/2017. ....	45
Figura 10. Rosa de viento para el día 25/12/2017.....	46
Figura 11. Distribución de frecuencia de clases de vientos el día 25/12/2017. ....	46
Figura 12. Ubicación geográfica de la rosa de vientos para el día 25/12/2017. ...	47
Figura 13. Comparación de los resultados de $NO_2$ con las normativas vigentes en el día 01/01/2018.....	48
Figura 14. Comparación de los resultados de $CO$ con las normativas vigentes en el día 01/01/2018.....	49
Figura 15. Variación horaria de la temperatura ambiental del día 01/01/2018. ....	51
Figura 16. Variación horaria de la humedad relativa en el día 01/01/2018. ....	52
Figura 17. Variación horaria de la presión atmosférica del día 01/01/2018.....	53
Figura 18. Variación horaria de la velocidad el viento del día 01/01/2018. ....	54
Figura 19. Rosa de viento para el día 01/01/2018.....	55
Figura 20. Distribución de frecuencia de clases de vientos el día 01/01/2018. ....	55
Figura 21. Ubicación geográfica de la rosa de vientos para el día 01/01/2018. ...	56

## LISTADO DE TABLA

Tabla 1 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM. ....	24
Tabla 2 Modificaciones de los ECA del aire vigentes desde el año 2016. ECA del aire para el $SO_2$ .....	25
Tabla 3 Resumen de las normas legales .....	25
Tabla 4 Lista de software, materiales y equipos.....	28
Tabla 5 Recomendaciones de número mínimo de estaciones .....	30
Tabla 6 Ubicación política de la zona de estudio .....	30
Tabla 7 Ubicación de la zona de estudio y parámetros analizados.....	31
Tabla 8 Contaminantes según las principales fuentes de contaminación .....	31
Tabla 9 Métodos de Referencia Nacionales para la medición de contaminantes	32
Tabla 10 Lista de parámetros meteorológicos evaluados .....	33
Tabla 11 Condiciones para el muestreo.....	35
Tabla 12 ECA del aire de los gases analizados. ....	36
Tabla 13 Valores del Índice de Calidad del Aire (INCA) .....	36
Tabla 14 Valores del Índice de Calidad del Aire.....	37
Tabla 15 Fuentes de contaminación en Villa El Salvador .....	38
Tabla 16 Resultados del monitoreo de $NO_2$ y $CO$ , comparación con la normativa	39
Tabla 17 Resultados de la estación meteorológica para el día 25/12/2017 .....	41
Tabla 18 Datos de temperatura ambiental .....	42
Tabla 19 Datos de humedad relativa.....	43
Tabla 20 Datos de presión atmosférica.....	44
Tabla 21 Datos de velocidad del viento.....	45
Tabla 22 Resultados del monitoreo y comparación con la normativa .....	48
Tabla 23 Resultados de la estación meteorológica para el día 01/01/2018 .....	50
Tabla 24 Datos de temperatura ambiental .....	51
Tabla 25 Datos de humedad relativa.....	52
Tabla 26 Datos de presión atmosférica.....	53
Tabla 27 Datos de velocidad del viento.....	54
Tabla 28 Cálculo del índice de calidad de aire para $NO_2$ y $CO$ .....	57

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la contaminación atmosférica causa una de cada nueve muertes en personas; asimismo continúa aumentando a un ritmo alarmante afectando las economías y la condición de vida de los humanos (OMS, 2016).

En el Artículo 2, inciso veintidós de la Constitución Política del Perú, dispone que el deber fundamental del Estado es respaldar el derecho de toda persona a gozar de un entorno armónico y apropiado para la supervivencia (DIGESA, 2005).

La investigación se centró en determinar las concentraciones de los gases dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y monóxido de carbono ( $CO$ ) en relación a los Estándares de Calidad del Aire (ECA), en la Urbanización Pachacamac de Villa del distrito El Salvador del departamento de Lima, durante el 25 de diciembre del 2017 y 1 de enero del 2018. Complementariamente, la evaluación determinó el comportamiento de los factores meteorológicos (velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura y presión atmosférica) en Lima Sur. El presente estudio se basó en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos de DIGESA.

La investigación está compuesta por cuatro capítulos: I: Planteamiento del problema; donde se detalla el problema, la justificación, delimitación de la investigación, la formulación del problema y los objetivos; II: Marco teórico, donde encontramos los antecedentes del estudio, las bases teóricas científicas y definición de términos básicos; III: Desarrollo del trabajo de suficiencia profesional; donde se evalúa las concentraciones de los contaminantes atmosféricos; IV, las conclusiones y recomendaciones establecidas a partir de la investigación.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El informe de la Organización Mundial de la Salud (2016) estimó que una de cada nueve muertes de personas a nivel mundial es consecuencia de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica. Esta cuestión es más evidente en los territorios con normas y políticas públicas que no tratan de minimizar la contaminación o incrementar las oportunidades de resolver el problema.

De acuerdo a estudios realizados, el distrito de Villa El Salvador está expuesto a la contaminación atmosférica debido a su manejo inadecuado de residuos sólidos, incremento de botaderos y su posterior quema de residuos sólidos, falta de conciencia ambiental por parte de la ciudadanía, y principalmente por la contaminación por el parque automotor. Lo anterior mencionado puede generar diferentes enfermedades respiratorias en la población aledaña. De acuerdo a la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA (2011) en algunos distritos de Lima Sur los valores obtenidos fueron mayores por los indicados por la OMS.

Ante la problemática de la contaminación de aire en Lima Sur se investigó y determinó la concentración de los gases de  $NO_2$  y  $CO$  con el uso del sistema tren de muestreo. Dicha evaluación fue realizada en los días festivos de fin año, dichas fechas es común el uso de pirotécnicos y quema de residuos sólidos. Posteriormente, se comparó los resultados con los valores vigentes de la normativa nacional e internacional, y se analizaron los factores meteorológicos del área de estudio para definir la influencia de estos en la difusión y concentración de los gases contaminantes.

En el presente trabajo contribuyó en el conocimiento actual de la calidad del aire en Lima Sur en los días festivos de fin de año del 2017. Los resultados

generados de esta investigación permitirán la toma de conciencia ambiental por parte de los pobladores y toma de decisiones a nivel municipal para mitigar la problemática de la calidad del aire.

## **1.2. Justificación del problema**

La OMS en las guías de calidad del aire (2005) pone interés en los siguientes contaminantes: material particulado,  $O_3$ ,  $NO_2$  y  $SO_2$ , ya que generan efectos perjudiciales en la salud de todos los países; en consecuencia, es importante considerar los efectos presentes y futuros de la contaminación atmosférica. Según el estudio de DIGESA (2011) en algunos distritos de Lima Sur los contaminantes atmosféricos superaron los estándares determinados por la OMS.

Dada la problemática ambiental, en la presente investigación se decidió analizar la calidad del aire a la que está expuesta la comunidad de Villa El Salvador y zonas aledañas en las fechas festivas del mes de diciembre del 2017 de mayor contaminación atmosférica en diciembre del 2017, a través de la determinación de las concentraciones de  $NO_2$  y  $CO$  mediante el uso del sistema del tren de muestreo de gases.

## **1.3. Delimitación del proyecto**

### **1.3.1. Teórica**

El estudio se centró en determinar las concentraciones de los gases contaminantes en la atmósfera en relación a los ECA del Aire. Debido a limitaciones propias del proyecto solo estudió a los gases  $NO_2$  y  $CO$ ; no se estudió el material particulado presente en la zona de estudio.

### **1.3.2. Temporal**

La presente investigación se realizó en los días festivos del mes de diciembre, específicamente los días 25 de diciembre del 2017 y 1 de enero del 2018 a partir de las 00:00 horas.

### **1.3.3. Espacial**

El proyecto se realizó en el departamento de Lima, distrito de Villa El Salvador, en la intersección de las avenidas Universitaria y Separadora Industrial (Fig. 1), en tal ubicación se determinó la concentración de gases contaminantes y se instaló una estación meteorológica automática.



**Figura 1.** Ubicación del punto de muestreo.

Fuente: Google Earth Pro 2019.

## 1.4. Formulación del problema

### 1.4.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del aire en términos de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en Villa El Salvador?

### 1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las concentraciones de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en Villa El Salvador?
- ¿En qué medida las concentraciones de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono cumplen con el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Aire en Villa El Salvador?
- ¿Cómo varían los factores meteorológicos (velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa, temperatura y presión atmosférica) en Villa El Salvador?

- ¿Cuáles son las propuestas de solución, medidas de mitigación y prevención ante la problemática de contaminación del aire en Villa El Salvador?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la calidad del aire en términos de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en Villa El Salvador.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en Villa El Salvador.
- Determinar el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire en relación al dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en Villa El Salvador.
- Analizar los factores meteorológicos (velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa, temperatura y presión atmosférica) en Villa el Salvador.
- Proponer soluciones, medidas de mitigación y prevención ante la problemática de la contaminación del aire en Villa El Salvador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Herrera (2019) utilizó el equipo tren de muestreo para la determinación de los gases  $SO_2$ ,  $NO_2$  y  $CO$ . Concluyó que, durante los años 2015 y 2016, a la altura de 1,5 m las concentraciones máximas de  $CO$  fue  $85 \mu g/m^3$  y la mínima de  $34 \mu g/m^3$ ; mientras entre las alturas de 6 a 8 m, la concentración máxima fue de  $45 \mu g/m^3$  y la mínima de  $23 \mu g/m^3$ . Estos valores están relacionados al tránsito vehicular y las industrias; sin embargo, no sobrepasaron el ECA del Aire. En el estudio se pudo determinar el impacto directo del tráfico vehicular en la presencia de gases contaminantes. A más altura se detectó menos presencia de gases, debido a que están a una considerable distancia de las emisiones vehiculares.

La OMS (2016) estimó que una de cada nueve muertes en personas en todo el mundo es por causa por la contaminación atmosférica. En América, 93 000 muertes anuales en países de ingresos bajos y medios y 44 000 en países de ingresos altos fueron consecuencia de la contaminación del aire. De acuerdo a la investigación de la OMS se puede estimar que la contaminación atmosférica es una de las causas de muertes no solo en países en vías de desarrollo, sino también en países desarrollados.

La investigación de la contaminación del aire en el departamento de Lima fue realizada por Valverde (2015). El estudio concluyó que en el distrito de El Agustino

la velocidad del viento fue calmada, lo que contribuyó en la baja dispersión de los contaminantes. Las concentraciones registradas de  $CO$  fueron  $1\,758,89\ \mu g/m^3$ , este valor no superó los ECA del Aire D.S. N.º 074-2001-PCM, sin embargo, se considera que la urbanización La Primavera se encontró parcialmente contaminada por  $CO$ . Las empresas en la zona de estudio emitieron contaminantes en las primeras horas del día. La población vulnerable fueron los niños y adultos mayores. El trabajo realizado por el autor determinó que la zona fue vulnerable a la presencia de  $CO$ , debido a su baja dispersión, sobre todo, en las mañanas en donde se pudo presenciar mayor cantidad de  $CO$  proveniente de las industrias aledañas.

Saavedra (2014) en su estudio demostró que las emisiones de los vehículos alcanzaron los  $18\,377,44\ kg/año$ , siendo el 82% de monóxido de carbono, el 11% de los hidrocarburos y el 7% de los óxidos de nitrógeno. El total de emisiones contaminantes de los vehículos que circulan durante la hora de mayor congestión vehicular alcanzaron los  $18\,407\ kg/año$ . En este trabajo se obtuvo como conclusión que una de las principales fuentes de dispersión de monóxido de carbono provino de los vehículos, sobre todo a la hora de mayor concurrencia vehicular.

La investigación realizada por Zelada (2011) respecto a los gases  $NO_2$  y  $CO$ , llegó a las siguientes conclusiones:

- Los contaminantes  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$  y  $CO$  no superaron los ECA del Aire establecidos en el D.S. 074-2001.
- Las fuentes contaminantes, el tiempo atmosférico, la estación del año y el área de estudio influyeron en la calidad del aire en el distrito de La Libertad Trujillo.
- Durante los meses febrero y marzo, las concentraciones de los gases de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno presentaron una relación directamente proporcional a la radiación solar y temperatura.
- El gas dióxido de nitrógeno es generado principalmente por las fuentes móviles, por tanto, según los datos obtenidos se comprueba que dicho gas varió según la congestión vehicular.

Según el trabajo se pudo destacar que la fuente de dióxido de nitrógeno depende directamente del tráfico vehicular. Asimismo, son influenciados por la temperatura y radiación solar. Es importante considerar estos parámetros durante todo el estudio.

En el año 2011, en la temporada de verano a invierno, la DIGESA determinó la concentración de gases y material particulado mediante el uso del método de muestreo activo y pasivo en 50 estaciones de monitoreo. Respecto al dióxido de nitrógeno no tuvo una considerable concentración respecto a los ECA del Aire ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual) y lo recomendado por la OMS ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual). No obstante, valores registrados en algunos distritos superaron los de la zona de Lima Norte, Lima Sur, Lima Este, Lima Centro y Callao. Estas altas concentraciones de  $\text{NO}_2$  pudieron provocar problemas respiratorios en personas más susceptibles como son los asmáticos o aquellas que estuvieran más expuestas. El estudio realizado por DIGESA evidenció datos de elevadas concentraciones de  $\text{NO}_2$  en algunos sectores de Lima, las cuales fueron factores de riesgo para contraer enfermedades respiratorias. Se obtuvo valores que sobrepasaron el ECA, el cual fue un indicador para implementar medidas para reducir la contaminación atmosférica.

La OMS (2005): mencionó que el  $\text{NO}_2$  es uno de los contaminantes relacionados con la combustión, específicamente los que emiten el tráfico por carretera. Los efectos observados en la salud se podrían haber asociado también con otros productos de la combustión, como el  $\text{NO}_2$ , el material particulado o el benceno.

Los estudios concentraron la atención en los riesgos del  $\text{NO}_2$  para la salud, fue difícil no considerar la contribución de los efectos de estos otros contaminantes, muy relacionados con él. Según el estudio de la OMS, el dióxido de nitrógeno proviene generalmente del parque automotor; convirtiéndolo así en una fuente tóxica cercana a la población, lo que amerita realizar más estudios relacionados a ese gas contaminante.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. La atmósfera**

Cuadrat y Pita (2004) lo define como el entorno en el que el tiempo atmosférico y el clima se manifiestan, asimismo está conformada por un conjunto de gases y partículas sólidas y líquidas en suspensión. La atmósfera puede alcanzar 10 000 *km* de altitud.

### **2.2.2. Contaminación del aire**

De acuerdo con la OMS, la contaminación atmosférica existe cuando se altera la constitución natural o ingresan sustancias desconocidas al aire, que pueden ser nocivos para los seres vivos. Según De Nevers (2008) la contaminación atmosférica es un conjunto de problemas que principalmente son por las emisiones de vehículos a motor y fuentes industriales. Este autor además menciona que los contaminantes son propagados por la circulación de masas de aire.

La contaminación del aire es un gran problema que se presenta en el mundo, principalmente es provocada por las actividades económicas del hombre. Esta problemática tiene efectos contraproducentes en la salud de los seres vivos y afecta a los bienes y servicios (De Nevers, 2008).

### **2.2.3. Fuentes de contaminación**

Mcgraw (2009), agrupa el origen de la contaminación atmosférica según dos tipos: Fuentes naturales y fuentes antropogénicas o artificiales.

#### - **Fuentes naturales**

Se considera a las emisiones de contaminantes producidos por la actividad natural de la geósfera: erupciones volcánicas, incendios forestales, descargas eléctricas, emisión de sales del mar y algunas de las actividades de los seres vivos como el proceso de inhalación que libera dióxido de carbono.

#### - **Fuentes artificiales o antropogénicas**

Se considera a las emisiones de contaminantes por las actividades humanas. Principalmente por la utilización del combustible fósil como el carbón, hidrocarburo y gas. Por ejemplo, las emisiones de la industria, transporte, agricultura, ganadería y la eliminación de residuos sólidos.

Pacheco, Franco y Behrentz (2009) consideran que la fuente de contaminación es aquella que genera contaminantes debido a procesos y actividades.

#### - **Fuentes fijas**

Según Pacheco et al. (2009) las fuentes fijas son instalaciones ubicadas en un solo lugar como las industrias: textil, petróleo, alimentaria y metálica.

#### - **Fuentes Móviles**

De acuerdo a la OEFA (2015), son fuentes de emisión que se desplazan de forma autónoma, emitiendo gases en su trayectoria. Por ejemplo: barcos, aviones y trenes vehículos que emiten contaminantes (Bravo y Sosa, 2010).

#### - **Contaminaciones provenientes de las fuentes móviles**

De acuerdo a Caminos et al. (2007), los principales contaminantes emitidos por el parque automotor son CO, NO<sub>2</sub> y HC.

En las áreas urbanas una de las fuentes de contaminación es el parque automotor, los cuales han ido incrementándose en los últimos años (Caminos et al., 2007).

#### **2.2.4. Dispersión de los contaminantes del aire**

##### **- Emisión**

Según Orozco, Pérez, Gonzáles, Rodríguez y Alfayate (2003) lo define como la cantidad de contaminantes que genera un determinado foco emisor. Los valores de emisión se calculan a la salida de la fuente emisora.

##### **- Inmisión**

Orozco et al. (2003) define a la inmisión como la cantidad de contaminantes a nivel del suelo por tanto están expuestos las personas, animales, plantas y monumentos.

#### **2.2.5. Factores meteorológicos**

##### **- Temperatura**

Es el estado térmico de una sustancia con respecto a la capacidad de transmitir calor. El termómetro es el instrumento que mide la temperatura (Alva, 2010).

##### **- Humedad**

Es el estado de la atmósfera con respecto al contenido de vapor de agua. En la atmósfera se conforma por acción del calor ya que produce la evaporación de las masas de  $H_2O$  (Alva, 2010).

- **Precipitación**

Se define como el retorno del agua atmosférica en forma líquida o sólida. Se produce cuando las gotas de agua que se mantienen en suspensión superan el tamaño de 0,005 mm (Alva, 2010).

- **Velocidad del viento**

Es el desplazamiento de masas de aire por el efecto de presión entre dos puntos (Alva, 2010).

- **Dirección del viento**

En la observación de la dirección del viento se tiene en consideración el lugar de donde proviene y no hacia dónde se dirige (Alva, 2010).

### **2.2.6. Tipos de contaminantes**

Según Mcgraw (2009) los contaminantes se dividen en contaminantes primarios y contaminantes secundarios.

- **Contaminantes primarios**

Constituyen el 90% de los contaminantes en el aire. Son sustancias emitidas desde fuentes identificables (Mcgraw, 2009).

- **Contaminantes secundarios**

Los contaminantes secundarios se forman de los contaminantes primarios a partir de reacciones químicas que se produce en la atmósfera (Mcgraw, 2009).

### **2.2.7. Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana**

Poma (2012) menciona que el pulmón es el órgano que está en roce con los componentes gaseosos, por tal motivo la mayor cantidad del aire inspirado llega directamente a los alvéolos. Los adultos mayores y niños son la población más vulnerable ante esta problemática.

La contaminación del aire tiene efectos perjudiciales en la salud humana (De Nevers, 2009). A continuación, se presentará los efectos sobre la salud que tiene los gases  $NO_2$  y  $CO$ :

#### **2.2.8. Dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )**

Respecto a la exposición prolongada del dióxido de nitrógeno, la OMS (2005) afirmó que por el momento no se cuenta con información para poder determinar un valor como referencia de la media anual para el  $NO_2$  a través de cualquier efecto tóxico directo.

El  $NO_2$  tiene efectos perjudiciales en la salud de los niños que viven en zonas cercanas al tráfico vehicular. Los efectos para la salud humana son el aumento de infecciones respiratorias y reducción de la función pulmonar (OMS, 2005).

#### **2.2.9. Monóxido de carbono ( $CO$ )**

El sistema nervioso central y el corazón dependen de aporte de oxígeno, por tanto, son los órganos con mayor riesgo. El efecto a la salud del monóxido de carbono es la reducción de la oxigenación a los tejidos (Gerard, 1999).

Según Gerard (1999) la exposición al monóxido de carbono puede afectar al feto debido al déficit de oxígeno. Los síntomas del envenenamiento por el gas  $CO$  son el mareo y dolor de cabeza.

#### **2.2.10. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

De acuerdo a la normativa peruana, “es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente” (SENACE, 2016, p.16).

#### **2.2.11. Protocolo de monitoreo**

Actualmente, el país cuenta con el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos elaborado por la DIGESA en el 2005 con el objetivo de la estandarización y salvaguardia de la calidad en el monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos que se ejecuten en el país (DIGESA, 2005).

#### **2.2.12. Índice de calidad del aire**

El índice de calidad del aire (INCA) ofrece información en base a números y colores que facilita la interpretación. El Ministerio de Ambiente lo estableció el 14 de julio del 2016 mediante Resolución Ministerial N.º 181-2016. El índice tiene valores comprendidos entre 0 a 100 los cuales concuerdan con el cumplimiento de los ECA del Aire. Asimismo, se dividió en 4 categorías: Buena, moderada, mala, valor umbral del estado de cuidado (VUEC), mayor a VUEC.

### 2.2.13. Tren de muestreo

El tren de muestreo (Fig. 2) es un método diseñado para captar gases contaminantes mediante la absorción química con el uso de una solución captadora o absorbente, este método fue validado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU. (US-EPA), por lo tanto, resulta efectivo para disponer las concentraciones de ciertos contaminantes en el aire, y posteriormente evaluar el cumplimiento del ECA del Aire.



**Figura 2.** Tren de muestreo de gases.

### 2.2.14. Marco legal

- ***Ley N.º 28611 Ley General del Ambiente***

Según la Ley N.º 28611 (2005) el Estado debe proteger el ambiente y a sus componentes, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los pobladores y lograr el desarrollo del país. En el artículo 118 menciona sobre el cuidado de la calidad del aire.

- ***Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire***

Mediante el Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM, ECA del Aire, se estableció los niveles máximos de concentración de contaminantes en el aire (Tabla 1).

**Tabla 1**

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM

Contaminantes	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (método automático)
Plomo	Anual			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de hidrógeno	24 horas			Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM

En el año 2008, mediante el Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM, se modificó los ECA de Aire para el dióxido de azufre y se dispuso valores para los contaminantes:  $PM_{2.5}$ , hidrocarburos totales, benceno e hidrógeno sulfurado (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Modificaciones de los ECA del aire vigentes desde el año 2016. ECA del aire para el SO<sub>2</sub>*

Parámetro	Periodo	Valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Vigencia	Formato	Método de análisis
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	80	1 de enero del 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20	1 de enero del 2014		

Fuente: D.S. N.º 003-2008-MINAM

**Tabla 3**

*Resumen de las normas legales*

N.º	Nombre	Número	Fecha de publicación
1	Ley General del Ambiente	D.L. N.º 28611	15/10/2005
2	Política Nacional del Ambiente	D.S. N.º 012-2009-MINAM	23/05/2009
3	Estándares Nacionales de Calidad para Aire	D.S. N.º 074-2001-PCM	24/06/2001
4	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire	D.S. N.º 003-2008-MINAM	21/08/2008
5	Estándares de Calidad Ambiental para Aire	D.S. 003-2017-MINAM	07/06/2017
6	Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de Datos de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud	R.D. N.º 1404-2005 DIGESA-SA	09/10/2005
7	Protocolo para el monitoreo de emisiones atmosféricas y calidad de aire de la industria de la harina y aceite de pescado y harina de residuos hidrobiológicos	R.M. N.º 194-2010-PRODUCE	04/08/2010
9	Ley General de Salud	Ley N.º 26842	20/07/2000
10	Niveles de Estados de Alerta Nacionales de Contaminantes del Aire	D.S. N.º 009-2003-S.A.	24/06/2003
12	Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los Datos	R.D. N.º 1404/2005/DIGESA SA	04/07/2005

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Cadena de Custodia:** Se determina como el método documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega al laboratorio para el desarrollo de pruebas de análisis físico - químico, realizado por el personal a cargo (SENACE, 2016).
- **Concentración de contaminantes:** Se considera a la parte de contaminante por unidad de volumen. Se puede expresar en unidad de volumen ( $cm^3/m^3$ ) o unidad de masa ( $\mu g/m^3$ ). Es necesario usar la ecuación de estado de los gases ideales para convertir unas unidades en otras, teniendo en cuenta el peso molecular del contaminante, la temperatura y la presión a las que se han realizado las medidas (Orozco et al., 2003).
- **Contaminación del aire:** Se define como la existencia de materia o sustancia (derivados químicos y biológicos, polvos, humos, gases y bacterias) y otros agentes en el aire, es decir la presencia de contaminantes en la atmósfera. Puede considerarse contaminante a toda forma de calor, energía radiactividad y ruido. Al incorporarse los contaminantes al aire, pueden alterar o modificar sus características naturales (Bravo y Sosa, 2010).
- **Estación meteorológica:** Es un equipo destinado para medir y registrar humedad relativa, velocidad y dirección del viento, temperatura y precipitación. Sirve para el pronóstico e interpretación de la dispersión de los contaminantes (DIGESA, 2005).
- **Fuentes fijas:** Fuentes de emisión en un lugar determinado, es decir no se pueden desplazar de forma autónoma. Por ejemplo, las chimeneas industriales, entre otras (OEFA, 2015).

- **Fuentes móviles:** Se considera a los vehículos, barcos, aviones y trenes que contaminan en las zonas urbanas (Bravo y Sosa, 2010). Son fuentes de emisión que se desplazan de forma autónoma, emitiendo gases en su trayectoria (OEFA, 2015).
- **Dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ):** Grupo de gases conformado principalmente por dióxido de nitrógeno. Estos gases son muy reactivos y tienen un origen antropogénico (OEFA, 2015).
- **Monóxido de carbono ( $CO$ ):** Es un gas inodoro, incoloro e insípido. El mayor porcentaje de  $CO$  atmosférico es emitido por fuentes naturales. Las fuentes antropogénicas de  $CO$  es el parque automotor, entre otras (OEFA, 2015).
- **Protocolo:** Documento que comprende instrucciones, pautas, directivas y métodos establecidos para desenvolver una determinada actividad (OEFA, 2015).
- **Tren de muestreo:** Es un método que sirve para coleccionar y determinar gases. Puede determinar la concentración de  $NO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$  y benceno (OEFA, 2015)

**CAPÍTULO III**  
**DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**3.1. Materiales y métodos**

**3.1.1. Materiales y equipos**

En la siguiente tabla se presentan los programas computacionales softwares, materiales y equipos de campo utilizados en el proceso de la investigación.

**Tabla 4**  
*Lista de software, materiales y equipos*

	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Software</b>		
1. Microsoft Excel ®	1u	Versión 2016
2. Google Earth Pro ®	1u	Versión 7.3
3. WRPLOT ®	1u	Versión 8.0.2
4. Easyweather ®	1u	Versión 9.0
<b>Materiales de campo</b>		
1. Cadena de custodia	2 u	Usada en el muestreo
2. Libreta de campo	1 u	Elaboración propia
3. Brújula	1 u	Orientación cardinal
4. Agua destilada	1 L	Para enjuague
5. Marcador indeleble	1 u	Negro
6. Chaleco reflectivo	1 u	Amarillo
7. Calculadora científica	1 u	Cassio FX – 4500 PA
8. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire	1u	DIGESA
9. Protocolo de la Calidad de Aire – MINAM	1u	MINAM
<b>Equipos de campo</b>		
1. Cámara fotográfica	1 u	NIKON ® D3500
2. Tren de muestreo	1 u	
3. Estación meteorológica	1 u	PCE-FWS 20
4. Soluciones captadoras	2 u	Solución capadora de CO Solución captadora de NO <sub>2</sub>

### **3.1.2. Métodos**

#### ***Etapas de la investigación***

La investigación, se desarrolló en tres etapas:

#### **a) La identificación de las fuentes de contaminación del aire**

Las fuentes de contaminación fueron ubicadas en el cruce de las avenidas Separadora Industrial y Universitaria, porque tuvieron un alto tráfico de vehículos como son los autos, motorizados, camiones y unidades de transporte público durante todo el día.

El lugar donde se realizó el muestreo fue un área en donde frecuentemente los pobladores incineran residuos sólidos, generando emisiones dañinas para la salud de las personas. También es una de las avenidas en donde transitan gran cantidad de vehículos de transporte masivo, público y particular.

#### **- Cantidad de puntos de muestreo**

Los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informan que, en el año 2017, la población fue menos de un millón de habitantes en Villa El Salvador (393 254 habitantes).

La especificación de la cantidad de puntos de muestreo de la investigación se basó en protocolo de DIGESA (Tabla 5).

**Tabla 5**  
*Recomendaciones de número mínimo de estaciones*

Población urbana (millones)	Parámetros de monitoreo					
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Oxidantes	CO	Meteorológicos
Menos de 1	2	4	1	1	1	1
1 - 4	5	5	2	2	2	2
4 - 8	8	8	4	3	4	2
Más de 8	10	10	5	4	5	3

Fuente: DIGESA (2005)

**- Selección de sitios de muestreo**

La ubicación del punto de muestreo fue la más representativa ya que se eligió en función al reconocimiento de áreas potenciales (áreas residenciales o poblaciones susceptibles, áreas comerciales o industriales). Además, se consideró la seguridad del punto de muestreo evitando actos vandálicos, ubicación de fuentes y sus emisiones y dirección del viento.

**- Lugar de ejecución**

El lugar de ejecución de la zona de estudio fue la siguiente:

**Tabla 6**  
*Ubicación política de la zona de estudio*

País	Departamento	Provincia	Distrito	Urbanización
Perú	Lima	Lima	Villa El Salvador	Pachacamac

La presente investigación se realizó en la intersección de las avenidas Universitaria y Separadora Industrial, Urbanización Pachacamac geográficamente se localizó en coordenadas UTM X: 291360 Y: 8446991 a 164 metros sobre el nivel del mar.

**- Puntos de monitoreo de calidad del aire**

La descripción de los datos del monitoreo se especifica en la Tabla 7.

**Tabla 7**  
*Ubicación de la zona de estudio y parámetros analizados*

<b>Ubicación</b>	Cruce de las av. Separadora Industrial y av. Universitaria, Urbanización Pachacamac, Villa El Salvador	
<b>Coordenadas UTM – WGS 84 (Zona 18L)</b>	X: 291360 Y: 8446991	
<b>Parámetros analizados</b>	<i>NO<sub>2</sub></i>	✓
	<i>CO</i>	✓
<b>Fecha</b>	25/12/2017	01/01/2018
<b>Hora</b>	00:00	00:00

✓ : Parámetro evaluado

**b) Selección de parámetros monitoreados**

Los parámetros de calidad de aire a evaluar fueron elegidos en función a las principales fuentes de emisión de contaminante (Tabla 8).

**Tabla 8**  
*Contaminantes según las principales fuentes de contaminación*

<b>Fuente</b>	<b>Contaminante</b>
Vehículos (tráfico intenso)	NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub>
Domicilios / consumo de leña	PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> , CO
Industrias y domésticas / consumo de carbón	PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub>
Industrias / consumo de combustible residual	PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub>
Pesqueras	H <sub>2</sub> S, PM <sub>10</sub>
Fundición	SO <sub>2</sub>
Cemento	PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub>
Generación eléctrica / consumo de carbón, residual y diésel	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub>
Generación eléctrica / consumo de gas	NO <sub>2</sub>

Fuente: DIGESA (2005)

En este sentido, según la evaluación de campo la primordial fuente de contaminación del aire en Villa El Salvador fue la quema de residuos sólidos, consumo de leña por parte de panaderías y pollerías, emisiones del parque automotor y los gases contaminantes generados por el uso de pirotecnia en

las fechas 25 de diciembre del 2017 y 1 de enero del 2018. Por tanto, los contaminantes a monitorear fueron el  $NO_2$  y  $CO$ .

Para las mediciones del  $NO_2$  y  $CO$  se tomaron en consideración los métodos de referencia recomendados por DIGESA (Tabla 9).

**Tabla 9**  
*Métodos de Referencia Nacionales para la medición de contaminantes*

Contaminante	Método de referencia	Norma Técnica Peruana
$SO_2$	Fluorescencia UV	En proceso
$PM_{10}$	Separación inercial / filtración	NTP 900.030 del 24 de abril del 2003
$CO$	Infrarrojo no dispersivo	NTP 900.031 del 24 de julio del 2003
$NO_2$	Quimiluminiscencia	NTP 900.033 del 02 de julio del 2004
$O_3$	Fotometría UV	En proceso
Pb	Método PM-10 (espectrofotometría de absorción atómica)	NTP 900.032 del 23 de noviembre del 2003
$H_2S$	Fluorescencia UV	En proceso

Fuente: DIGESA (2005)

Los métodos utilizados fueron los siguientes:

**Método de referencia para dióxido de nitrógeno:** Se usó la metodología del arsenito de sodio, el muestreo se realizó mediante un tren de muestreo, dotado de un burbujeador de vidrio, por la cual el aire entra en contacto con la solución absorbente alcalina de arsenito de sodio, en un periodo de muestreo de 1 hora.

**Método de muestreo de monóxido de carbono:** En el método se usó un tren de muestreo en el cual fija el gas en la solución captadora, con un flujo de muestreo de 0,5 mL por 8 horas.

### **Parámetros meteorológicos**

Los parámetros se recogieron de la estación de Meteorológica portátil PCE-FWS 20 (Fig. 3) empleada para el registro de datos en simultáneo con el tren de muestreo.

Esta estación cuenta con un espectro amplio de frecuencia, que permite transmitir datos de modo instantáneo, está formado por un pluviómetro, sensores de temperatura y humedad. Para la descarga de los datos meteorológicos se usó el programa *EasyWeather* versión 9.0, posteriormente se procesó la data en el programa *Microsoft Excel 2016*. Se utilizó el programa *WRPLOT* versión 8.0.2 para la elaboración de la rosa de viento.

**Tabla 10**  
*Lista de parámetros meteorológicos evaluados*

<b>N.º</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>
1	Temperatura ambiental	°C
2	Humedad relativa	%
3	Velocidad del viento	m/s
4	Dirección del viento	N, S, E y W
5	Pluviometría	mm
6	Presión atmosférica	mmHg



**Figura 3.** Instalación de la estación meteorológica.

### **c) Desarrollo del monitoreo**

#### ***Muestreo***

El tren de muestreo de gases fue empleado para  $CO$  y  $NO_2$ , considerando los estándares del laboratorio acreditado SGA S.A.C. y el Protocolo de DIGESA (2005). Las condiciones para el muestreo se detallan en la Tabla 11.

**Tabla 11**  
Condiciones para el muestreo

Parámetro	Muestreo de aire			
	Cantidad de solución captadora	Flujo de monitoreo	Tiempo de muestreo	Condiciones de toma de muestra
$NO_2$	10mL	0,4 L/min	1 hora	Tomada la muestra conservar refrigerada
CO	40mL	0,5 L/min	8 horas	Proteger la solución absorbente de la luz durante el muestreo. Estable 7 días. Refrigerar.

El método fue el siguiente:

- Abastecer al tren de muestreo con los reactivos, utilizando guantes.
- Encender la bomba de succión por el tiempo indicado para cada contaminante a muestrear.
- Completar los datos de la cadena custodia.

***Conservación y envío de las muestras***

Las muestras se conservaron en cajas térmicas (Coolers), disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack).

***Análisis en laboratorio***

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio Servicios Analíticos Generales SAG PERU S.A.C. donde se realizó los procesos de análisis químicos acreditados por INACAL.

Los métodos usados en el laboratorio fueron:

- Método del Arsenito de sodio para el  $NO_2$ .
- Método colorimétrico para el CO.

**Tabla 12**  
*ECA del aire de los gases analizados*

<b>Parámetro</b>	<b>Período</b>	<b>Valor</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Método de análisis</b>
<i>NO<sub>2</sub></i>	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
<i>CO</i>	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

Fuente: ECA del aire 2017

### ***Índice de calidad del aire***

El índice de calidad del aire (INCA) nos da la información de las condiciones de la calidad del aire (Tabla 13).

**Tabla 13**  
*Valores del Índice de Calidad del Aire (INCA)*

<b>Clasificación</b>	<b>Valores del INCA</b>	<b>Colores</b>
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	51-VUEC*	Anaranjado
VUEC+	> VUEC*	Rojo

\*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado. Fuente: RM N. ° 181-2016-MINAM

Conforme a la distribución del INCA los pobladores deberán considerar los cuidados y recomendaciones que se presenta en la Tabla 14.

**Tabla 14**  
*Valores del Índice de Calidad del Aire*

<b>Calificación</b>	<b>Cuidados</b>	<b>Recomendaciones</b>
Buena	La calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud.	Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	Las personas podrían experimentar algunos problemas de salud.	Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos sensibles.
Mala	Las personas de los grupos sensibles podrían experimentar daños a la salud.	Evitar realizar actividades al aire libre.
Umbral de cuidado	La concentración de contaminantes puede causar efectos en la salud de cualquier persona.	Reportar a DIGESA del Ministerio de Salud para que declare los niveles de estado de alerta de acuerdo al decreto N.º 009 – 2003 SA y su modificatoria D.S N.º 012 – 2005 SA.

Fuente: RM N.º 181-2016-MINAM

## 3.2. RESULTADOS

### 3.2.1. Fuentes de generación de contaminantes atmosféricos

Las fuentes de generación según su clasificación se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 15**  
*Fuentes de contaminación en Villa El Salvador*

Descripción	Clasificación	Tipo de fuente
Vías de circulación	- Vía pavimentada: Vía auxiliar de la avenida Separadora Industrial. - Vía no pavimentada: Vía principal de la avenida Separadora Industrial.	Fija
Medios de transporte	- Vehículos motorizados. Camión, tráiler, combi, microbús, buses, auto, motocicleta lineal y motocarro. - Vehículos no motorizados. Bicicletas	Móvil
Actividades económicas	- Carpinterías - Panaderías - Pollerías - Grifos	Fija
Otros	- Trabajos de mejoramiento de vías y calles - Construcción de viviendas - Uso de pirotecnia - Quema de residuos sólidos	Fija

### 3.2.2. Resultados del monitoreo del día 25/12/2017

#### a) Resultados de los gases $NO_2$ y $CO$

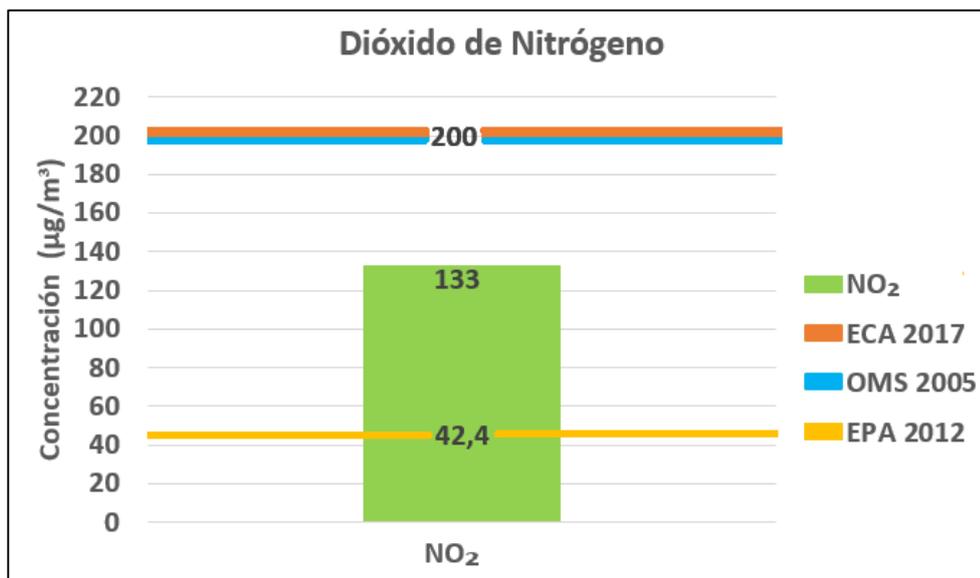
Los resultados fueron presentados comparándolos con los valores determinados por la OMS, EPA y ECA según D.S N.º 003- 2017-MINAM.

**Tabla 16**

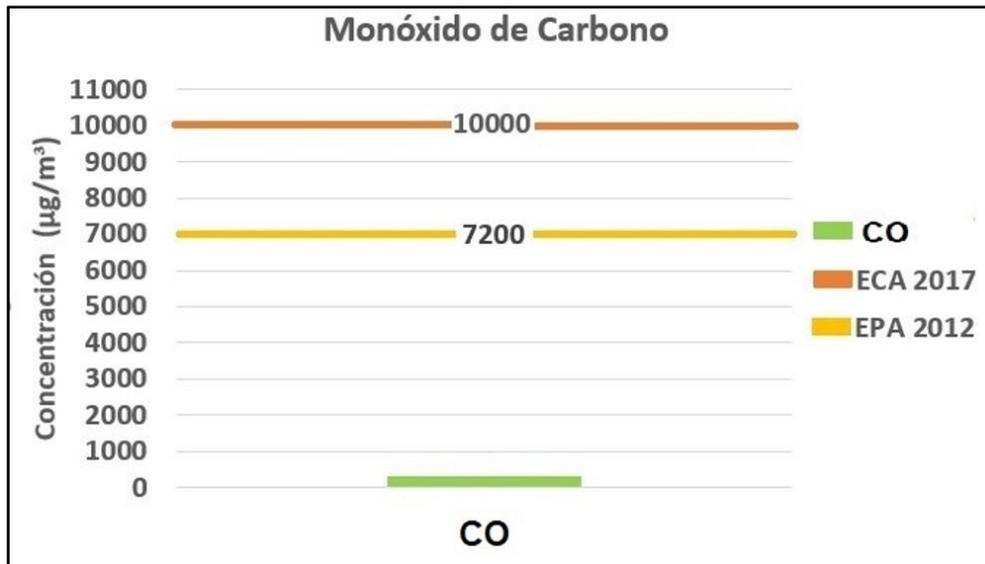
Resultados del monitoreo de  $NO_2$  y  $CO$ , y comparación con la normativa

<b>Ubicación:</b> Urbanización Pachacamac, cruce Av. Separadora industrial y Universitaria, VES							
<b>Latitud:</b> 12°13'56.66" S				<b>Longitud:</b> 76°55'4.27" W			
<b>Fecha:</b> 25/12/2017				<b>Hora:</b> 00:00			
<b>Altitud:</b> 164 msnm							
Parámetro	Tiempo (hora)	Unidad		LC	Normativa		
		$\mu g/m^3$	$\mu g$ /muestra		OMS (2005) $\mu g/m^3$	EPA (2012) $\mu g/m^3$	ECA (2017) $\mu g/m^3$
$NO_2$	1	133	3,2	0,2	200	42,4	200
$CO$	8	< 623	< 150	150	-	7200	10000

LC: Límite de cuantificación



**Figura 4.** Comparación de los resultados de  $NO_2$  con las normativas vigentes en la fecha 25/12/2017.



**Figura 5.** Comparación de los resultados de *CO* con las normativas vigentes en la fecha 25/12/2017.

**b) Parámetros meteorológicos para el día 25/12/2017**

**Tabla 17**  
Resultados de la estación meteorológica para el día 25/12/2017

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	HR (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento(m/s)	Dirección del viento	Presión (mmHg)
25/12/2017	0:00	19.5	89	0	1	SSE	748.6
25/12/2017	1:00	19.4	90	0	0.7	N	747.6
25/12/2017	2:00	19.2	90	0	0.3	W	747.7
25/12/2017	3:00	19	91	0	1	SE	747.6
25/12/2017	4:00	19	90	0	0.3	S	747.5
25/12/2017	5:00	18.8	91	0	0.7	SW	747.8
25/12/2017	6:00	18.8	89	0	0	SE	748.5
25/12/2017	7:00	19.2	85	0	0.3	W	749.1
25/12/2017	8:00	19.8	82	0	1.4	W	749.5
25/12/2017	9:00	20.5	80	0	1	SW	749.7
25/12/2017	10:00	21.6	74	0	1	W	749.8
25/12/2017	11:00	21.8	72	0	2	WSW	749.6
25/12/2017	12:00	21.8	72	0	1	N	749.7
25/12/2017	13:00	22.1	71	0	2	SW	749.6
25/12/2017	14:00	23.7	62	0	1.4	W	749.2
25/12/2017	15:00	22.8	67	0	1.4	NW	748.7
25/12/2017	16:00	21.9	73	0	1.7	SW	748.6
25/12/2017	17:00	24.1	63	0	0.3	SW	748.4
25/12/2017	18:00	21.7	72	0	1	S	748.7
25/12/2017	19:00	19.6	83	0	2.4	SE	749.2
25/12/2017	20:00	19.2	88	0	1.7	SE	749.7
25/12/2017	21:00	19	88	0	2	SE	749.9
25/12/2017	22:00	18.7	90	0	1.7	SE	750.1
25/12/2017	23:00	18.6	91	0	2	E	749.8

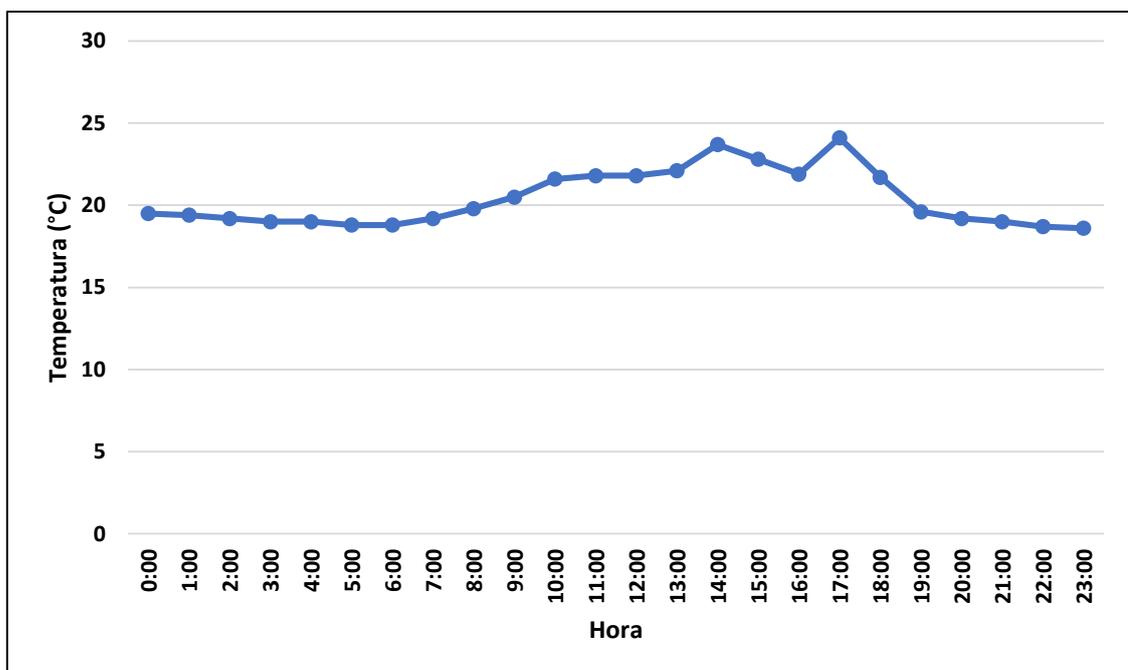
HR: Humedad relativa

## Temperatura ambiental

A continuación, se muestra la variación horaria de la temperatura ambiental (Fig. 6) para el día 25/12/2017, asimismo se muestra el promedio, máximo y mínimo de la temperatura ambiental registrada en la zona de estudio (Tabla 18).

**Tabla 18**  
*Datos de temperatura ambiental*

Temperatura ambiental (°C)	
Promedio	20,4
Máximo	24,1
Mínimo	18,6



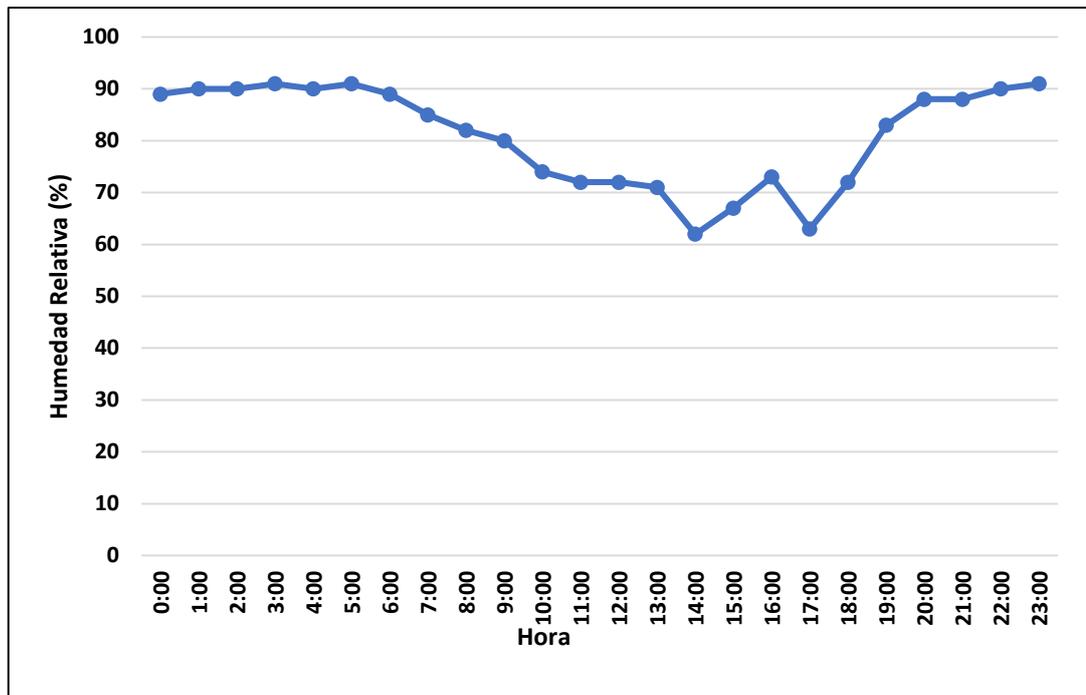
**Figura 6.** Variación horaria de la temperatura ambiental del día 25/12/2017.

## Humedad relativa

La variación horaria de la humedad relativa fue mostrada para el día 25/12/2017 (Fig. 7), asimismo se presentó el promedio, máximo y mínimo de la humedad relativa registrada en la zona del estudio (Tabla 19).

**Tabla 19**  
*Datos de humedad relativa*

Humedad relativa (%)	
Promedio	81
Máximo	91
Mínimo	62



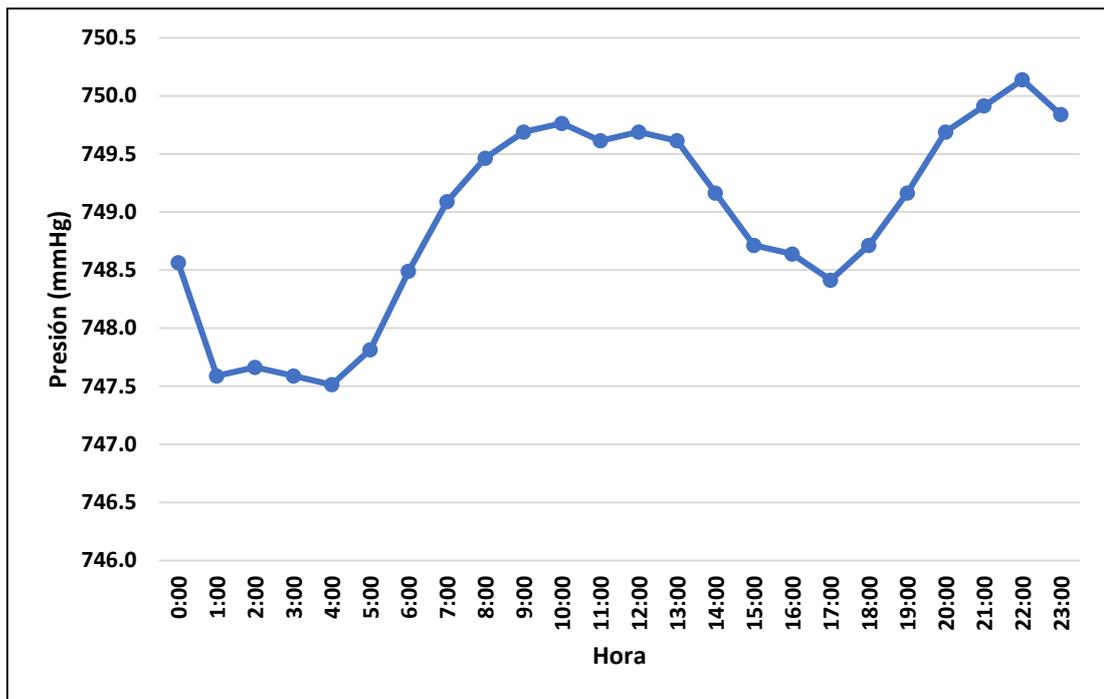
**Figura 7.** Variación horaria de la humedad relativa del día 25/12/2017.

## Presión atmosférica

La variación horaria de la presión atmosférica fue mostrada para el día 25/12/2017 (Fig. 8), asimismo se mostró el promedio, máximo y mínimo de la presión atmosférica registrada en la zona de estudio (Tabla 20).

**Tabla 20**  
*Datos de presión atmosférica*

Presión atmosférica (mmHg)	
Promedio	998,5
Máximo	1000,1
Mínimo	996,6



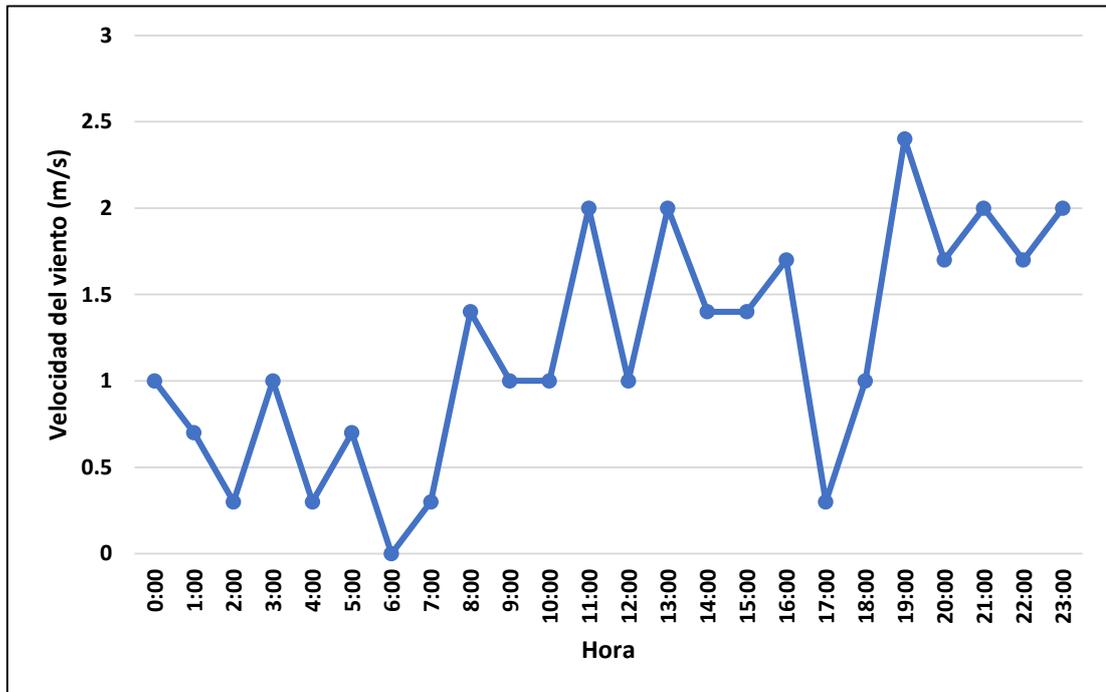
**Figura 8.** Variación horaria de la presión atmosférica en el día 25/12/2017.

## Velocidad del viento

La variación horaria de la velocidad del viento fue mostrada para el día 25/12/2017 (Fig. 9), asimismo se presentó el promedio, máximo y mínimo de la velocidad del viento registrada en la zona de estudio (Tabla 21).

**Tabla 21**  
*Datos de velocidad del viento*

Velocidad del viento (m/s)	
Promedio	1,2
Máximo	2,4
Mínimo	0



**Figura 9.** Variación horaria de la velocidad el viento del día 25/12/2017.

### Dirección del viento

La predominancia de viento en el día 25/12/2017 fue proveniente de la dirección Suroeste, seguida de vientos provenientes del Sureste, con un 19,8 % de calma.

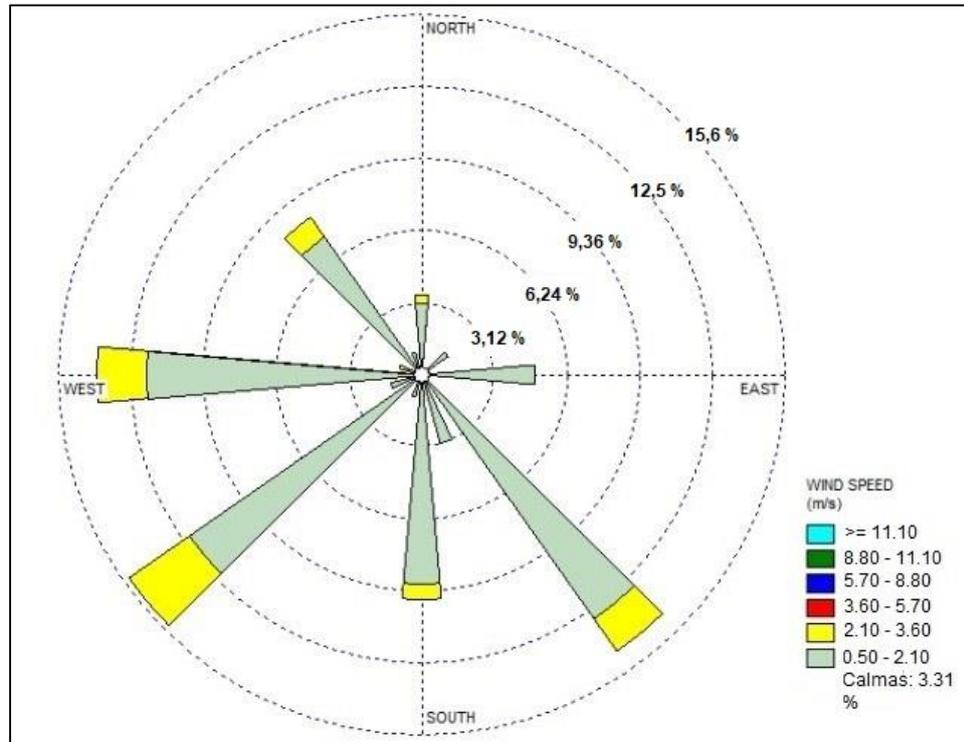


Figura 10. Rosa de viento para el día 25/12/2017.

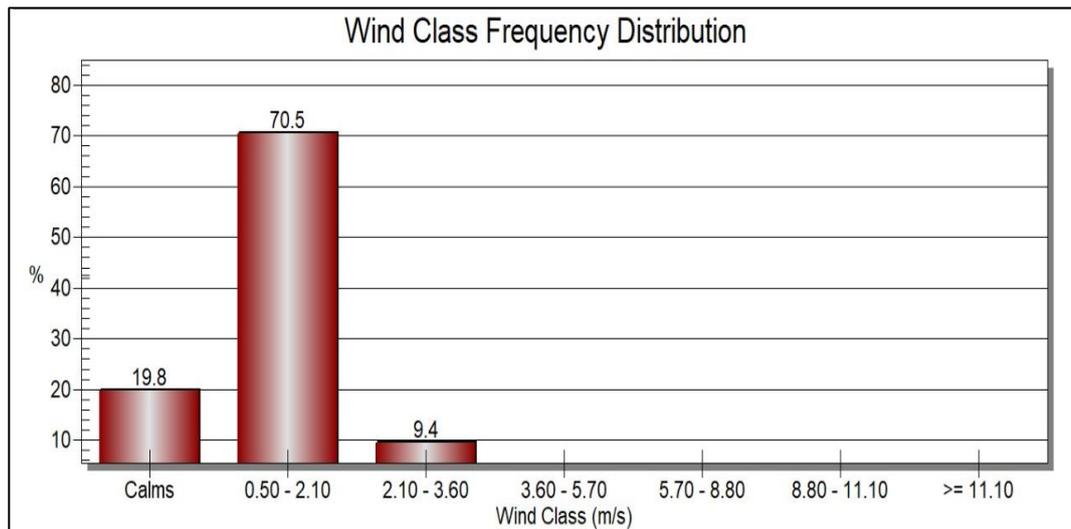
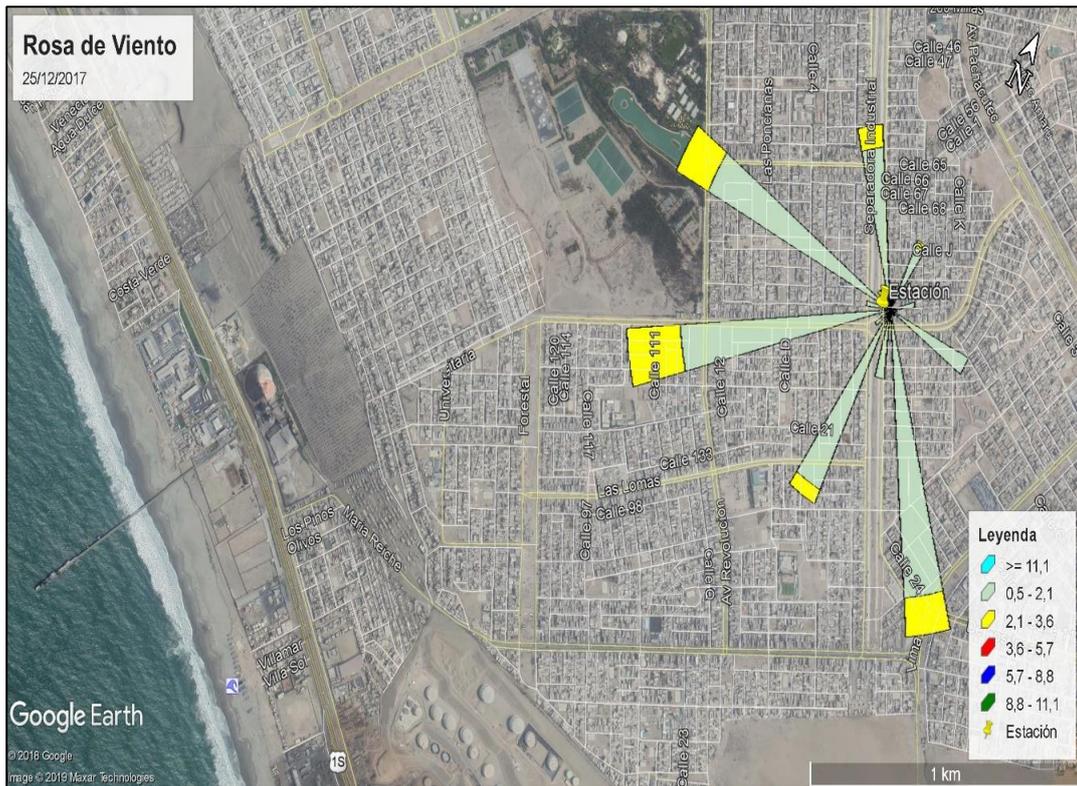


Figura 11. Distribución de frecuencia de clases de vientos el día 25/12/2017.



**Figura 10.** Ubicación geográfica de la rosa de vientos para el día 25/12/2017.

### 3.2.3. Resultados del monitoreo del día 01/01/2018

#### a) Resultados de los gases $NO_2$ y $CO$

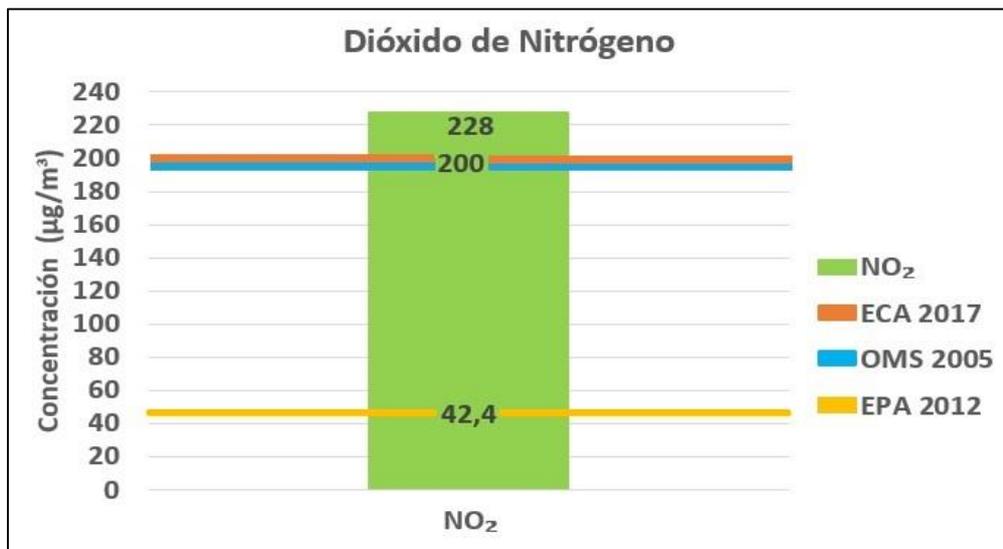
Los resultados fueron presentados comparándolo con los valores establecidos por la OMS, EPA y ECA según D.S N.º 003- 2017-MINAM.

**Tabla 22**

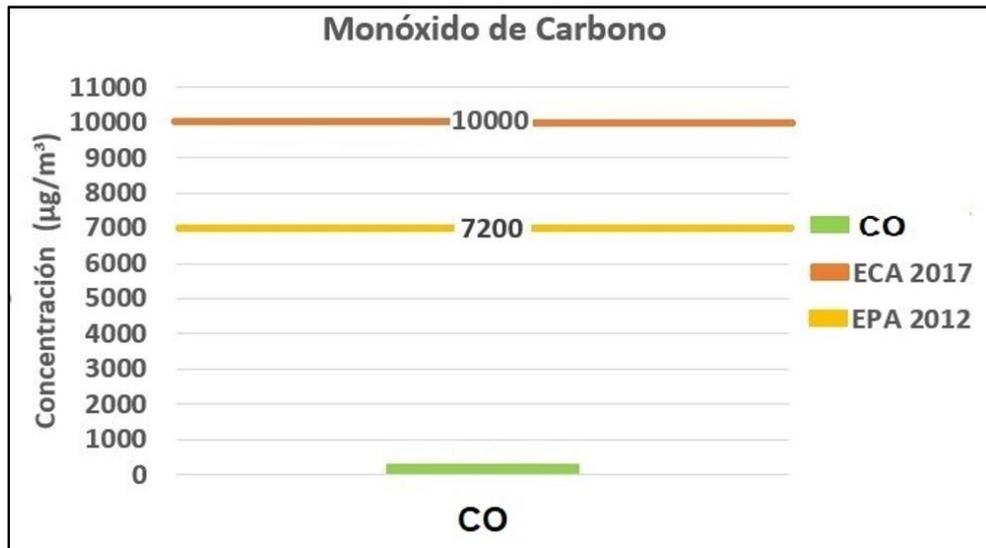
*Resultados del monitoreo y comparación con la normativa*

<b>Ubicación:</b> Urbanización Pachacamac, cruce Av. Separadora industrial y Universitaria, VES							
<b>Latitud:</b> 12°13'56.66" S				<b>Longitud:</b> 76°55'4.27" W			
<b>Fecha:</b> 01/01/2018				<b>Hora:</b> 00:00			
<b>Altitud:</b> 164 msnm							
Parámetro	Tiempo (hora)	Unidad		LC	Normativa		
		$\mu g / m^3$	$\mu g / muestra$		OMS (2005) $\mu g / m^3$	EPA (2012) $\mu g / m^3$	ECA (2017) $\mu g / m^3$
$NO_2$	1	228	5,5	0,2	200	42,4	200
$CO$	8	< 623	< 150	150	-	7200	10000

LC: Límite de cuantificación



**Figura 11.** Comparación de los resultados de  $NO_2$  con las normativas vigentes en el día 01/01/2018.



**Figura 12.** Comparación de los resultados de *CO* con las normativas vigentes en el día 01/01/2018.

**b) Parámetros meteorológicos para el día 01/01/2018**

**Tabla 23**  
Resultados de la estación meteorológica para el día 01/01/2018

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	HR (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento	Presión (mmHg)
01/01/2018	0:00	20.4	81	0	1	SE	750.8
01/01/2018	1:00	20.1	83	0	0.3	S	749.9
01/01/2018	2:00	20.1	83	0	0.3	SE	749.4
01/01/2018	3:00	19.7	83	0	0.7	SE	748.9
01/01/2018	4:00	19.5	86	0	0	SW	748.9
01/01/2018	5:00	20	83	0	0	W	749.0
01/01/2018	6:00	20.2	81	0	0	S	749.5
01/01/2018	7:00	21.6	78	0	0	SW	749.8
01/01/2018	8:00	22.3	75	0	0.3	W	750.4
01/01/2018	9:00	25.3	63	0	0.7	N	751.0
01/01/2018	10:00	26.5	61	0	1	NW	751.3
01/01/2018	11:00	27.3	59	0	1.7	SW	751.3
01/01/2018	12:00	25.8	60	0	1.7	SW	751.2
01/01/2018	13:00	24.8	64	0	1	SE	751.1
01/01/2018	14:00	25.9	61	0	1.7	E	750.8
01/01/2018	15:00	24.4	65	0	1.4	SE	750.6
01/01/2018	16:00	24	68	0	2	SE	750.5
01/01/2018	17:00	23.6	68	0	2	SE	750.4
01/01/2018	18:00	21.4	78	0	3.4	SE	750.7
01/01/2018	19:00	20.4	83	0	3.4	SSE	750.9
01/01/2018	20:00	20.1	84	0	3.1	SW	751.0
01/01/2018	21:00	20	81	0	2.4	SE	751.5
01/01/2018	22:00	20	81	0	1	SE	751.7
01/01/2018	23:00	19.7	83	0	2	S	751.3

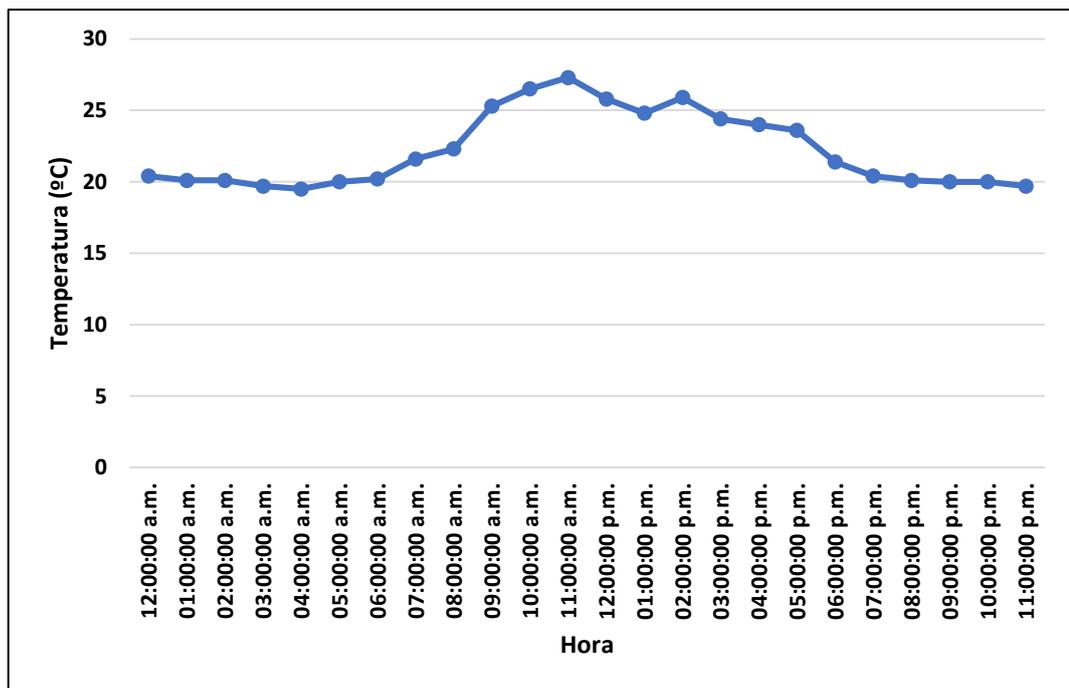
HR: Humedad relativa

## Temperatura ambiental

La variación horaria de la temperatura ambiental fue presentada para el día 01/01/2018 (Fig. 15), asimismo se presenta el promedio, máximo y mínimo de la temperatura ambiental registrada en la zona de estudio (Tabla 24).

**Tabla 24**  
*Datos de temperatura ambiental*

Temperatura ambiental (°C)	
Promedio	22,2
Máximo	27,3
Mínimo	19,5



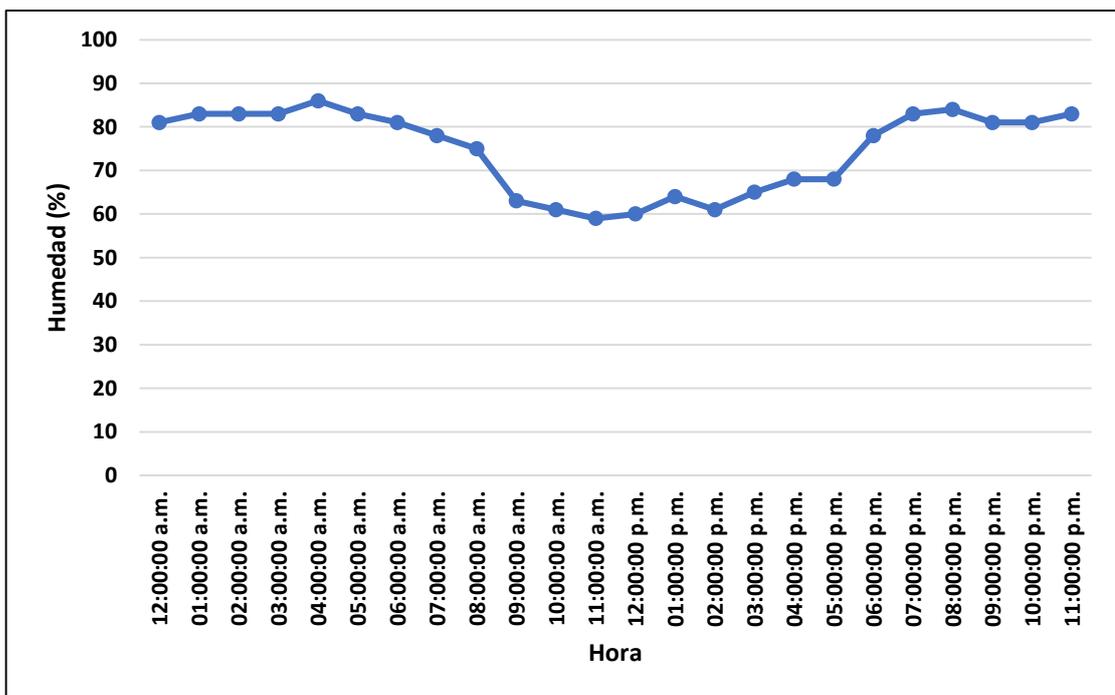
**Figura 13.** Variación horaria de la temperatura ambiental del día 01/01/2018.

## Humedad relativa

La variación horaria de la humedad relativa fue mostrada para el día 01/01/2018 (Fig. 16), asimismo se presenta el promedio, máximo y mínimo de la humedad relativa registrada en la zona de estudio (Tabla 25).

**Tabla 25**  
*Datos de humedad relativa*

Humedad relativa (%)	
Promedio	74,7
Máximo	86
Mínimo	59



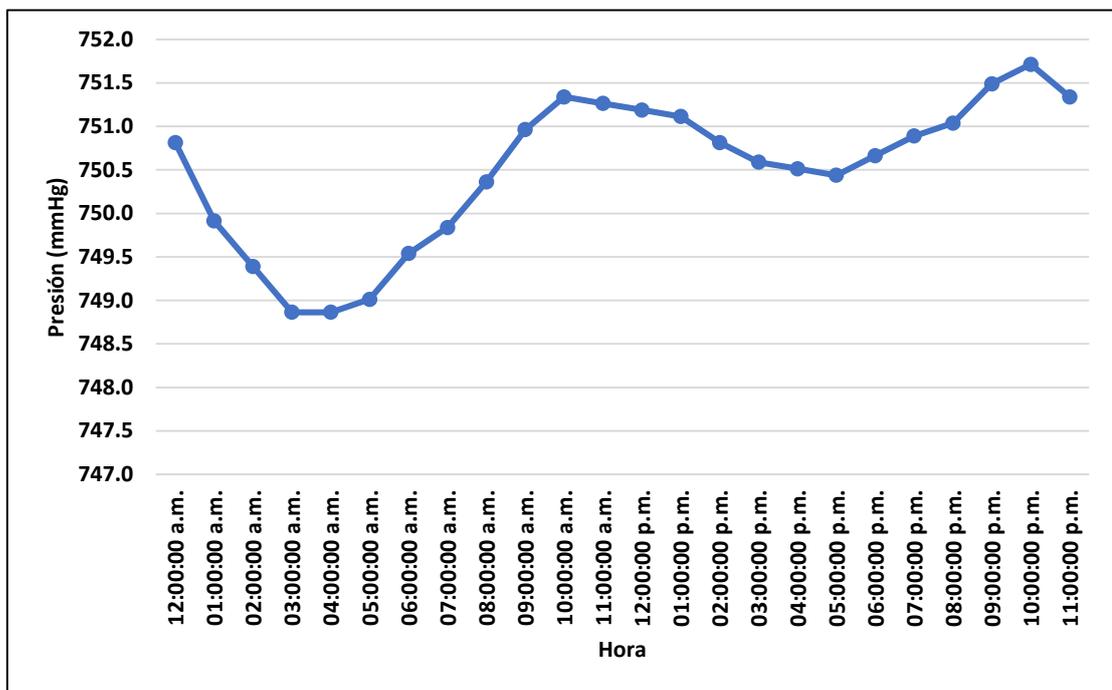
**Figura 14.** Variación horaria de la humedad relativa en el día 01/01/2018.

## Presión atmosférica

La variación horaria de la presión atmosférica fue mostrada para el día 01/01/2018 (Fig. 17), asimismo se presenta el promedio, máximo y mínimo de la presión atmosférica registrada en la zona de estudio (Tabla 26).

**Tabla 26**  
*Datos de presión atmosférica*

Presión atmosférica (mmHg)	
Promedio	1000,6
Máximo	1002,2
Mínimo	998,4



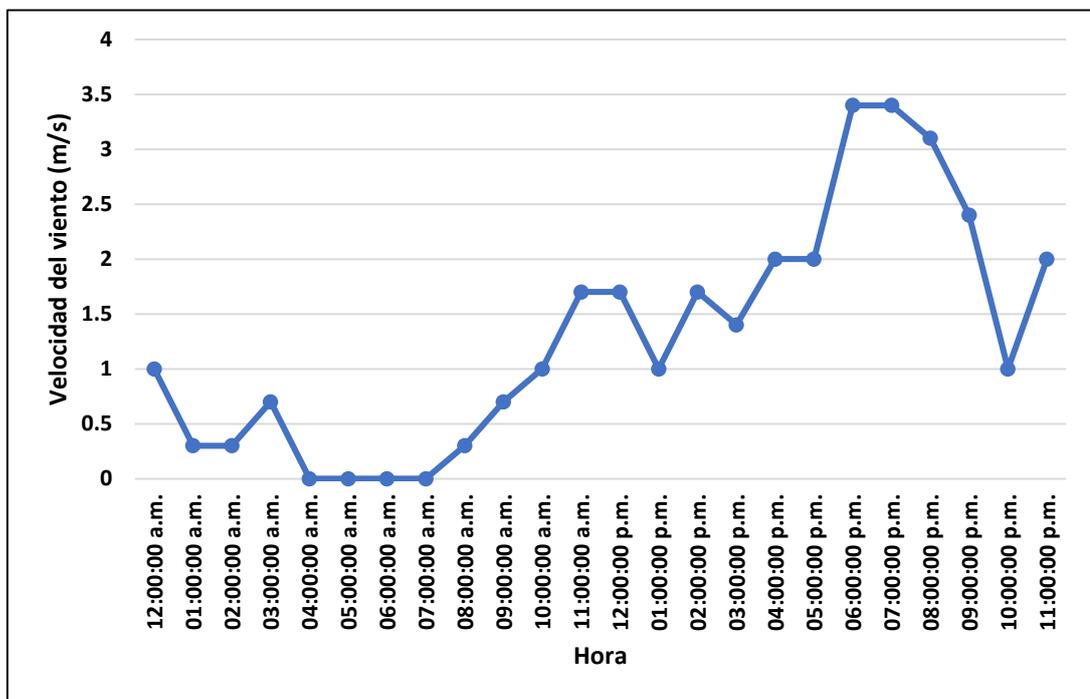
**Figura 15.** Variación horaria de la presión atmosférica del día 01/01/2018.

## Velocidad del viento

La variación horaria de la velocidad del viento fue mostrada para el día 01/01/2018 (Fig. 18), asimismo presentó la media, máximo y mínimo de la velocidad del viento registrada en la zona de estudio (Tabla 27).

**Tabla 27**  
*Datos de velocidad del viento*

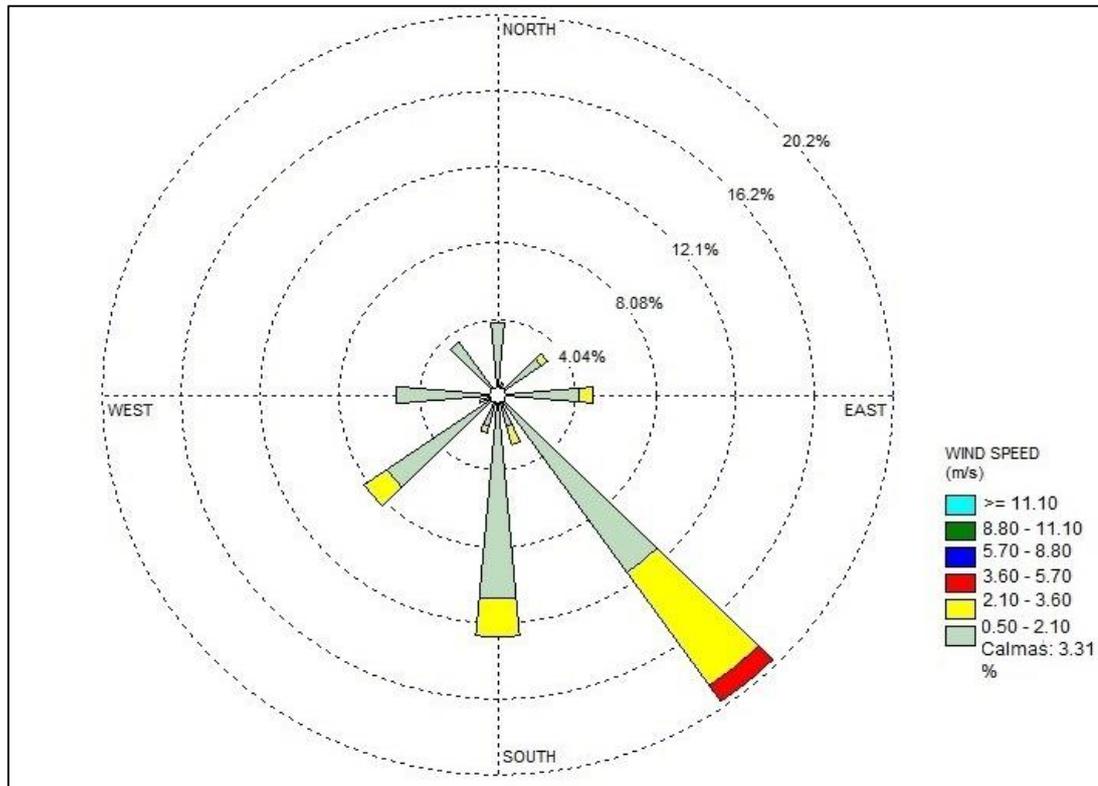
Velocidad del viento (m/s)	
Promedio	1,3
Máximo	3,4
Mínimo	0



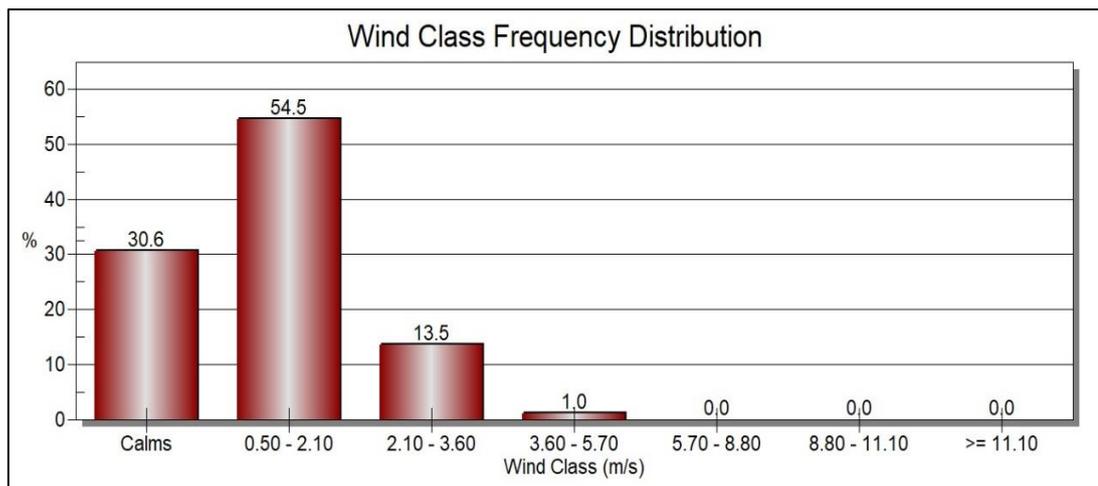
**Figura 16.** Variación horaria de la velocidad el viento del día 01/01/2018.

## Dirección del viento

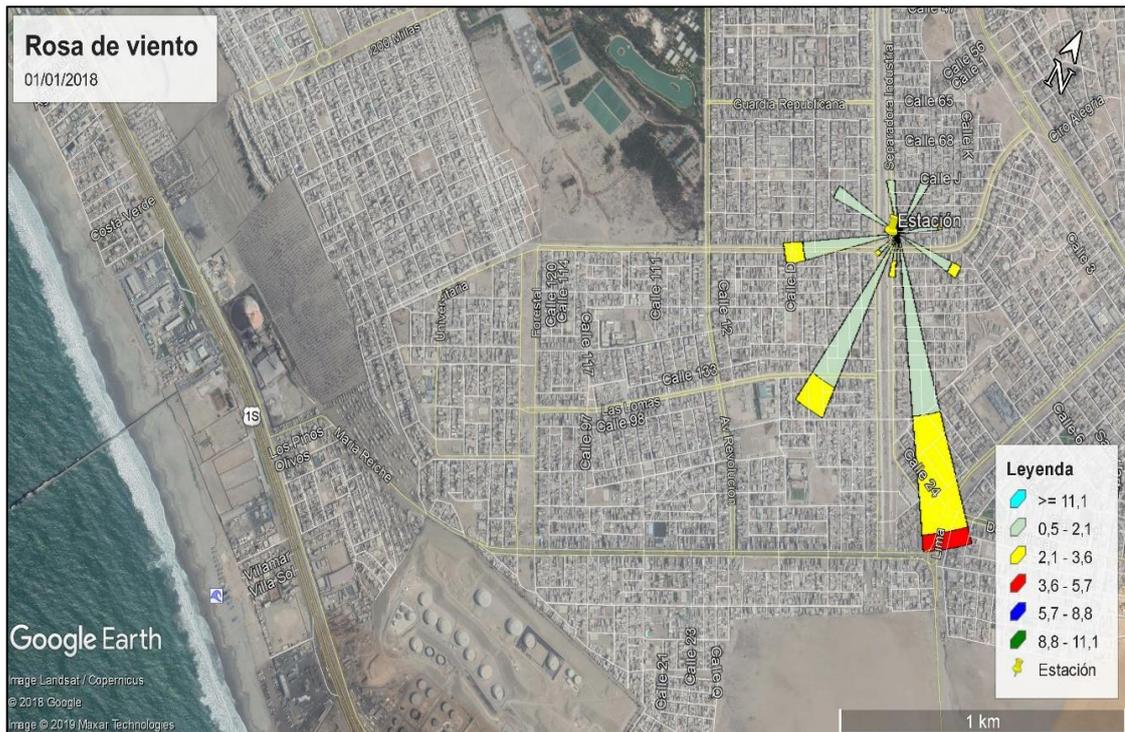
La predominancia de viento en el día 01/01/2018 fue proveniente de dirección Sureste, seguida de vientos provenientes del Sur, con un 30,6% de calma.



**Figura 17.** Rosa de viento para el día 01/01/2018.



**Figura 18.** Distribución de frecuencia de clases de vientos el día 01/01/2018.



**Figura 19.** Ubicación geográfica de la rosa de vientos para el día 01/01/2018.

### ***Análisis de los resultados de las concentraciones de gases y factores meteorológicos***

De acuerdo a Zelada (2011) las concentraciones de  $NO_2$ , a diferencia del  $CO$ , mantiene una relación directamente proporcional con la temperatura y la radiación solar, es decir se presentan concentraciones mayores durante los meses de primavera y verano, lo mencionado coincide con las concentraciones reportadas de  $NO_2$  en los días de monitoreo puesto que para los días de 25/12/2017 y 01/01/2018 las temperaturas máximas fueron 24,1 °C y 27,3 °C respectivamente.

Los vientos predominantes del Suroeste y Sureste arrastran los contaminantes generados por la quema de residuos sólidos y uso de pirotecnia hacia las zonas Noreste principalmente, donde se encontró el punto de monitoreo. Conforme a Zelada (2011), el  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  se dispersan más fácilmente por el viento, lo que no sucede con el  $NO_2$  cuya concentración se mantuvo cercano a la fuente generadora. La predominancia de velocidad de

viento es ventolina, esto influye directamente en la baja dispersión de los contaminantes presentes en la zona de estudio. Las concentraciones reportadas de  $NO_2$  comprueban que varía en función a la quema de residuos sólidos y uso excesivo de pirotecnia que se evidenció en la zona de estudio durante el muestreo. En otros términos, las fuentes de generación de  $NO_2$  fueron de origen antrópico principalmente.

### 3.2.4. Cálculo del Índice de Calidad de Aire

El cálculo tuvo en consideración a los ECA de Aire y como rango final, el valor umbral de aplicación de Estados de Alerta. La especificación matemática del INCA para cada contaminante ( $INCA = I$ ), se basa en una relación entre el valor registrado de la concentración del contaminante (indicado entre corchetes) y su conveniente valor del estándar de calidad ambiental para cada caso (Tabla 28).

**Tabla 28**  
*Cálculo del índice de calidad de aire para  $NO_2$  y  $CO$*

Intervalo del INCA	Intervalo de concentración ( $\mu g/m^3$ )	Ecuación
<b>Cálculo de Dióxido de Nitrógeno (<math>NO_2</math>) promedio 1 hora</b>		
0 – 50	0 – 100	$I(NO_2) = (NO_2) * 100/200$
51 – 100	101 – 200	
101 – 500	201 – 300	
>500	>300	
<b>Cálculo de Monóxido de Carbono (<math>CO</math>) promedio 8 hora</b>		
0 – 50	0 – 5049	$I(CO) = (CO) * 100/10000$
51 – 100	5050 – 10049	
101 – 500	10050 – 15049	
>500	>15050	

Fuente: RM N.º 181-2016-MINAM

**Resultados de la determinación del Índice de Calidad del Aire para la fecha 25/12/2017**

**a) Cálculo de dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )**

$$I(NO_2) = (133) * 100/200 = 66,5 \mu g/m^3$$

$I(NO_2) = 66,5 \mu g/m^3$
----------------------------

**b) Cálculo de monóxido de carbono ( $CO$ )**

Para la fecha 25/12/2017 se obtuvo un valor menor al límite de cuantificación de  $150 \mu g/muestra\ de\ CO$ , el cual fue menor a  $623 \mu g/m^3\ de\ CO$ .

**Análisis de los valores INCA para el día 25/12/2017**

Se concluyó que respecto al gas  $NO_2$  en la fecha 25/12/2017, se obtuvo  $133 \mu g/m^3$  siendo menor a lo dispuesto en el ECA aire, de acuerdo al índice de calidad del aire tuvo un valor de  $66,5 \mu g/m^3$ , por tanto, se obtuvo un nivel de color amarillo, es decir tuvo una clasificación MODERADA. La calidad del aire respecto a  $NO_2$  fue aceptable y cumple con lo establecido en el ECA aire, asimismo, puede realizarse actividades al aire libre con ciertas limitaciones para la población vulnerable.

Por otro lado, el nivel de concentración para  $CO$  en la fecha 25/12/2017 fue menor a lo establecido en el ECA aire, por tanto, respecto a los valores del índice de calidad del aire (INCA) se obtuvo un nivel de color verde, es decir presentó una clasificación BUENA.

**Resultados de la determinación del Índice de Calidad del Aire para la fecha 01/01/2018**

**a) Cálculo de dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )**

$$I(NO_2) = (228) * 100/200 = 144 \mu g/m^3$$

$I(NO_2) = 144 \mu g/m^3$
---------------------------

**b) Cálculo de monóxido de carbono ( $CO$ )**

Para la fecha 01/01/2018 se obtuvo un valor menor al límite de cuantificación que fue de  $150 \mu g/muestra\ de\ CO$ , es decir fue menor a  $623 \mu g/m^3$  de  $CO$ .

**Análisis de los valores INCA para el día 01/01/2018**

Respecto al gas  $NO_2$  en la fecha 01/01/2018, se obtuvo  $228 \mu g/m^3$  superando lo establecido en el ECA aire; de acuerdo al índice de calidad del aire tuvo un valor de  $144 \mu g/m^3$ , es decir se obtuvo un nivel de color anaranjado, por tanto, tuvo una clasificación MALA, por lo tanto, la población vulnerable podría encontrarse afectada.

Respecto al nivel de concentración para  $CO$  en la fecha 01/01/2018 fue menor a lo establecido en el ECA aire, por tanto, respecto a los valores del índice de calidad del aire (INCA) se consiguió un nivel de color verde, presentó una clasificación BUENA, es decir la calidad del aire respecto a  $CO$  fue aceptable y no representó un riesgo para la salud de la población.

### **3.2.5. Lineamientos de medidas de control, mitigación y prevención para mejorar la contaminación atmosférica (respecto a los gases $NO_2$ y $CO$ )**

#### **a) Control**

- Realizar un plan de protección de la calidad de aire en el distrito de Villa El Salvador
- Aplicar medidas legales a los transgresores de las actividades industriales que no cuenten con su respectivo permiso de operación.
- Realizar monitoreo de la calidad del aire.
- Implementar revisiones técnicas vehiculares periódicas, para un mayor control de las emisiones, sobre todo en unidades móviles con una antigüedad notable.

#### **b) Mitigación**

- Mayor control del parque automotor en cuanto a desplazamiento de vehículos antiguos.
- Evitar en el sector transporte e industrial el uso del combustible tradicional por completo por otros que generen menor emisión de contaminantes como el gas natural.

#### **c) Prevención**

- Enseñar a los ciudadanos en las distintas etapas de su educación.
- Realizar educación ambiental a los trabajadores de las pequeñas industrias.
- Dar mantenimiento de los vehículos.
- Tener un control de la quema de residuos sólidos realizado en las vías públicas, así como en parques y jardines.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los valores del INCA obtenidos en la fecha 25/12/2017 se puede concluir que la calidad del aire respecto al gas  $NO_2$  tiene una clasificación MODERADA; respecto al gas  $CO$  presenta una clasificación BUENA. Por otro lado, en la fecha 01/01/2018 la calidad del aire respecto a  $NO_2$  es MALA; respecto al gas  $CO$  la calidad del aire se clasifica como BUENA.
2. En la fecha 25/12/2017, las concentraciones de  $NO_2$  es de  $133 \mu g/m^3$  y de  $CO$  fue menor al límite de cuantificación. Por otro lado, para el día 01/01/2018 la concentración de  $NO_2$  es de  $228 \mu g/m^3$  y para el  $CO$  fue menor al límite de cuantificación.
3. Respecto a la fecha 25/12/2017, las concentraciones de  $NO_2$  es  $133 \mu g/m^3$  cumple con los establecido por el ECA aire y la OMS; sin embargo, supera lo establecido por la EPA ( $42,4 \mu g/m^3$ ). Asimismo, en la fecha 25/12/2017, las concentraciones de  $CO$  en la estación de muestreo presentaron valores inferiores al límite de cuantificación y por tanto se encuentra por debajo de lo determinado en el ECA del aire, la EPA y la OMS. Por otro lado, en la fecha 01/01/2018 se reportó que las concentraciones de  $NO_2$  es  $228 \mu g/m^3$ , superando lo establecido por el ECA aire ( $200 \mu g/m^3$ ), la OMS ( $200 \mu g/m^3$ ) y la EPA ( $42,5 \mu g/m^3$ ). Además, las concentraciones de  $CO$  presentaron valores inferiores al límite de cuantificación y por tanto se encuentra por debajo de lo establecido en el ECA aire, EPA y la OMS.
4. Se concluye que los parámetros meteorológicos (temperatura, radiación solar, presión, velocidad y dirección del viento) presentes en la zona de estudio influyen significativamente en la concentración de los gases contaminantes, esto se ve evidenciado por las diferencias marcadas en las concentraciones de  $NO_2$  y  $CO$ .

5. Frente a la problemática determinada a partir de la presente investigación, es necesario implementar las propuestas de control, mitigación y prevención planteadas en el presente estudio, estas medidas deben ser de interés de la municipalidad, universidades y los ciudadanos.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un Monitoreo de la Calidad del Aire y estudio de las variables meteorológicas a mayor escala en Villa El Salvador, en el que se incluya material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ) y gases como  $SO_2$ ,  $O_3$ , etc.
- Estudiar los parámetros meteorológicos durante un año o más.
- A la población seguir las recomendaciones y cuidados que se sugiere los valores obtenidos del INCA.
- A la Municipalidad Distrital de Villa El Salvador efectuar acciones de control y prevención de la contaminación del aire. Promover la educación y cultura ambiental y sensibilización con el tema de la contaminación del aire en la población, en especial en los niños ya que son el futuro de nuestro país. A las empresas de panadería, pollerías, grifos, imprentas y cementeras se recomienda desenvolver un programa de vigilancia de la calidad del aire en el cual se realice monitoreos continuos y que estos resultados sean informados a la población y municipalidad. Se recomienda a la DIGESA ejecutar estudios epidemiológicos en los pobladores expuestos a los efectos de la contaminación del aire por  $NO_2$  en el distrito de Villa El Salvador.
- A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur se recomienda incentivar la elaboración de proyectos de investigación en el tema de calidad de aire con el fin de identificar problemas y brindar soluciones pertinentes con el beneficio de los ciudadanos de Lima Sur. A la población de Villa El Salvador se recomienda a las partes interesadas buscar mayor compromiso en cambio de conductas y comportamientos, comprometiéndose con su entorno en beneficio de la salud de los pobladores.

## BIBLIOGRAFÍA

Alva, W. (2010). *Geografía general*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.

Bravo, H. y Sosa, R. (2010). *Ingeniería Ambiental*. México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, México.

Caminos, J., Enrique, C., Ghirardi, R., Graizaro, A., Rusillo, S. y Pacheco, C. (2007). *Calidad de aire en la ciudad de Santa Fe*.

Cuadrat, J. y Pita, F. (2004). *Climatología*. Madrid, España: Ediciones Cátedra.

De Nevers, N. (2008). *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Dirección General de Salud Ambiental (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf)

Dirección General de Salud Ambiental (2011). Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf)

Gerard, J. M. (1999). *Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistema de gestión*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España.

Herrera, S. (2019). *Influencia de la altura de toma de muestra y las estaciones del año en la calidad del aire de la población de Segunda Jerusalén, Rioja, San Martín – 2014* (tesis para optar por el grado académico de doctor en Ciencias Ambientales) Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Censos Nacionales 2017. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/inei\\_en\\_los\\_medios/Conferencia\\_Prensa\\_CPV2017.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/inei_en_los_medios/Conferencia_Prensa_CPV2017.pdf)

Mcgraw, H. (2009). Contaminación atmosférica. *10*, 234-262.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental. Recuperado de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978)

Organización Mundial de la Salud (2004). Guías para la calidad del aire. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Recuperado de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1)

Organización Mundial de la Salud (2016). Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1>

Orozco, C., Pérez, A., Gonzáles, N., Rodríguez, F. J. y Alfayate, J. M. (2003). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Madrid, España: International Thomson Editores Spain.

Pacheco, P., Franco, J. F. y Behrentz, E. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. *Revista de ingeniería*, (30), 72-80.

Poma, J. (2012). *Modelo de identificación de factores contaminantes atmosféricos críticos en Lima – Callao* (Tesis para optar el grado académico de magíster en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Saavedra, J. (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular* (tesis para optar el título profesional de: ingeniero ambiental) Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Servicio Nacional de Certificación Ambiental para los Inversiones Sostenibles (2016). Manual para la Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d). Recuperado de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/manual-mineria-mhk2.pdf>

Sixty Eighth World Health Assembly (2015). Health and the environment: addressing the health impact of air pollution. Recuperado de [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA68/A68\\_R8-en.pdf?ua=1](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_R8-en.pdf?ua=1)

Valverde, J. (2015). Estudio de la calidad del aire afectada por la actividad industrial en la urb. Primavera – distrito de El Agustino. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 18(35), 115-119.

Zelada, W. (2011). *Variación de la calidad del aire en el distrito de Trujillo durante el año 2007* (tesis para optar el grado de magister en ciencias mención en gestión de riesgos ambientales y de seguridad en las empresas) Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

## ANEXOS

*Anexo 1. Tren de muestreo.*



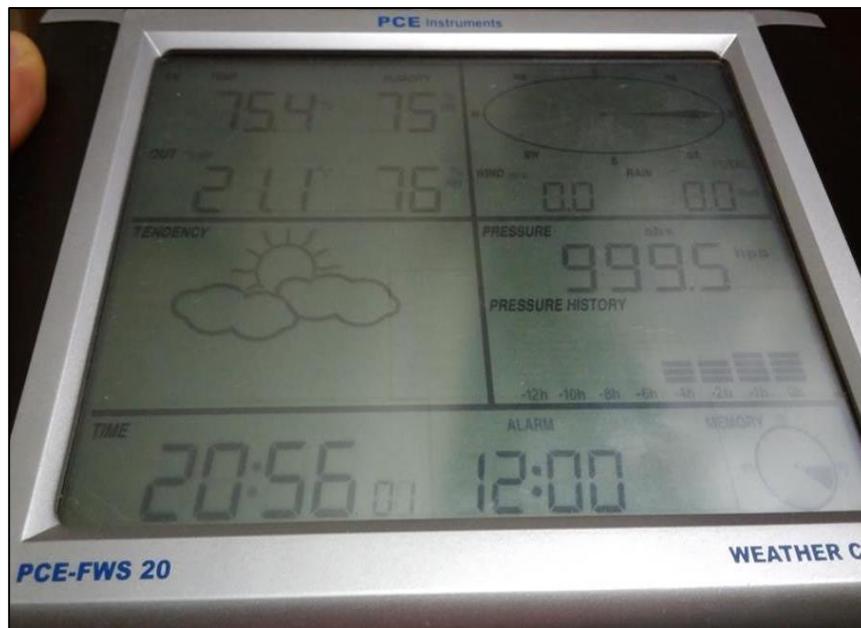
*Anexo 2. Reactivos para el muestreo.*



**Anexo 3.** *Instalación de la estación.*



**Anexo 4.** *Pantalla táctil de la estación meteorológica.*



**Anexo 5.** Población vulnerable en Villa El Salvador como niños y personas con enfermedades cardiovasculares.



**Anexo 6.** Quema de residuos sólidos en la zona de estudio.



**Anexo 7. Certificado de calibración del laboratorio.**

**Certificado**



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Renovación de la Acreditación a:

**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

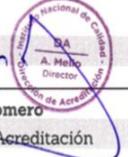
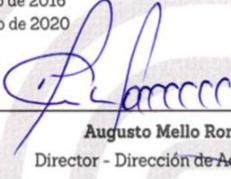
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

**Sede Acreditada:** . Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 17 de junio de 2016  
Fecha de Vencimiento: 17 de junio de 2020

Registro N° LE – 047  
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016  
DA-acr-01P-02M Ver. 00



**Augusto Mello Romero**  
Director - Dirección de Acreditación

Anexo 8. Cotización del laboratorio 25/12/2017.



Servicios Analíticos Generales S.A.C.

FV: 005  
Versión: 15  
F.E.: 12/2016

1 de 3

COTIZACIÓN N° 2017-11VH-13-1			
CLIENTE:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE	FECHA:	2017-11-28
DIRECCIÓN:	Jr. Augusto Salaverry 689	RUC:	70882788
TELÉFONO:	94742-2279	E-MAIL:	rominasolier@gmail.com
CONTACTO:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE		
Referencia / Procedencia :	Muestreo de gases en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur		
Facturar a:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE		

AIRE						
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD	N° DE MUESTRAS	PRECIO UNITARIO (S./.)	PRECIO TOTAL (S./.)
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE						
*Dióxido de Nitrógeno (NO2) (1hora) solo análisis de laboratorio	SAG-170124 Rev.0 (Validado), 2017. Referenciado en el método de Arsenito de sodio. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de aire (ug/muestra NO2). No incluye muestreo.	0.2	ug/muestra	1	50.00	50.00
*Monóxido de Carbono (CO) (8 horas) - solo análisis de laboratorio	SAG-170120, Rev. 0 (Validado), 2017. Referenciado en método colorimétrico. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (ug/muestra CO). No incluye muestreo.	150	ug/muestra	1	60.00	60.00
<b>AIRE - SUB TOTAL</b>						<b>110.00</b>

<b>SUB TOTAL SERVICIO DE ANÁLISIS</b>	<b>110.00</b>
<b>SUB TOTAL (SERVICIO DE ANALISIS + OTROS GASTOS)</b>	<b>110.00</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>19.80</b>
<b>TOTAL S/</b>	<b>129.80</b>

**Observaciones:**

No se consideran gastos administrativos, por la predisposición del cliente de recoger el IE en nuestras instalaciones.

\* En caso de que se presenten problemas o gastos no previstos en el curso de la prestación de los servicios, SAG deberá informar al respecto al cliente y tendrá derecho al cobro de los honorarios adicionales para cubrir el tiempo y los costos adicionales en que haya incurrido obligatoriamente para prestar los servicios.

**Observaciones para el cliente**

- \* Las muestras ingresadas deben estar acompañadas por la copia de la cotización del servicio y cadena de custodia con los datos completos que se solicita, caso contrario las muestras no serán aceptadas.
- \* Todos los resultados serán reportados en O1 informe de ensayo.
- \* Para los análisis acreditados y con la finalidad que no se supere el tiempo de preservación, favor de considerar el **"DA-002 Toma de muestra, preservación y tiempo de conservación para el análisis"**
- \* Los envíos a Lima deben ir dirigidos a: **Percy Tafur Goñas DNI:40746045 y SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.**
- \* El servicio de recojo del flete por parte de SAG desde la agencia, es de lunes a viernes. En caso el cliente haga envíos fuera del horario indicado, debe informar a su ejecutivo de ventas **con 2 días de anticipación como mínimo**. Caso contrario las muestras no serán recogidas y de haber muestras perecibles, el laboratorio no se responsabiliza que dichos resultados no alcancen la acreditación.
- \* En el caso de enviar muestras sábados y domingos, remitirlas a nombre de **Luis Alberto Poma Pando, DNI 10007646 y SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.**
- \* Para envíos de muestras vía aérea, de lunes a domingo remitirlas a nombre de **SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.**

Servicios Analíticos Generales S.A.C., podrá cambiar los métodos de ensayo por razones técnicas y/o operativas. La versión de la norma podrá cambiar según la normativa.

Para el caso de mediciones de pH en laboratorio tener en cuenta que el ensayo presenta un tiempo de vida de 15 minutos, pasado ese tiempo pierde la condición de acreditado por ser considerado una muestra no idónea. Por lo cual en el informe de ensayo tendrá la indicación "El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por INACAL, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo". Se recomienda optar por pH medición en campo para que no pierda la condición de acreditado.

Av. Naciones Unidas Nro. 1565 - Lima 1 - RUC 20514746355  
Central Telefónica: 425-6885 Email: [atencionalcliente@sagperu.com](mailto:atencionalcliente@sagperu.com)

Anexo 9. Cadena de custodia del 25/12/2017.



**CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - CALIDAD DE AIRE**

FR - 004  
Versión: 04  
FE042017  
Página: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Código de Cliente: **169819**

Cliente: Romina Pamela Solier Contacto: Romina Pamela Solier Quispe E-mail: rominasolier@gmail.com Teléfono: 94742279

Lugar: Jr. Augusto Salazar y 689 Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: \_\_\_\_\_

Número de Solicitud / Cotización: 2017-11VH-13-1 Muestreado por SAG:  Muestreado por el cliente:

CÓDIGO DEL CLIENTE	INICIO DE MUESTREO				FINAL DE MUESTREO				PARÁMETROS														N° INFORME: <u>117875-2017</u>	CÓDIGO DE LABORATORIO			
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	Alto volumen			Bajo volumen (*)			PTS	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>3</sub>	Benceno	HCT	Niebla ácida	Plomo	Arsénico	Metales totales			Meteorología	Ruido Puntual	Ruido Continuo
					PM 10	PM 2.5	PM10	PM2.5																			
001	24-12-17	23:57	25-12-17	00:57																							19123089
002	24-12-17	23:57	25-12-17	07:57																							

**DATOS DEL MUESTREO:** Si el servicio es realizado por el cliente, registrar la información de campo en el siguiente recuadro:

CÓDIGO DEL CLIENTE	Descripción del punto de muestreo / Estación de muestreo / Observaciones de Campo (**)	GEOREFERENCIA (UTM) (Sistema, Zona y Banda):	ALTITUD (m.s.n.m.)	TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO (°C)	PRESIÓN AMBIENTAL PROMEDIO (mbar)

**SERVICIOS ANALITICOS GENERALES**

**RECIBIDO**

**28 DIC 2017**

**RECEPCIÓN DE MUESTRAS SAG**

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Muestreo: Antony Calderón Chipayo Firma(s): 

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Supervisor de Campo: Quispe Silva Sean Carlos Firma(s): 

Recibido en laboratorio por: ES

Día / Hora: 15:20h

(\*) Realizar un check para diferenciar el tipo de muestra de bajo volumen. (\*\*) Declaración de Observaciones por el Analista de Campo

Anexo 10. Resultados del laboratorio 25/12/2017.



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

EXPERTS WORKING FOR YOU

**INFORME DE ENSAYO N° 117875-2017**

**RAZÓN SOCIAL** : ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. AUGUSTO SALAVERRY 689  
**SOLICITADO POR** : ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE  
**REFERENCIA** : MUESTREO DE GASES EN EL ÓVALO CHAMA - VILLA EL SALVADOR  
**PROCEDENCIA** : INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA CON LA AVENIDA SEPARADORA INDUSTRIAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2017-12-28  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2017-12-28  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-170120, Rev. 0 (Validado), 2017. Referenciado en método colorimétrico. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (ug/muestra CO). No incluye muestreo.	150	ug/muestra
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	SAG-170124 Rev.0 (Validado), 2017. Referenciado en el método de Arsenito de sodio. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de aire (ug/muestra NO <sub>2</sub> ). No incluye muestreo.	0.2	ug/muestra

L.C.: Limite de cuantificación.

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2017-12-24	
Hora de inicio de muestreo (h)	23:57	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	Ovalo Chama VES	
Código del Laboratorio	17123089	
Ensayos	Unidades	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	ug/muestra	<150
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/muestra	3.2

Lima, 10 de Enero del 2018

  
 Quím. Belbeth Y. Fajardo León  
 C.Q.P. N° 648  
 Asesor Técnico Químico

Página 1 de 1

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (SMEWW) -APHA-AWWA-WEP, 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Cod: FIO1 AV. Naciones Unidas N°1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Peru Central Telefonica: 511 425 7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133  
 Version: 08 Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com  
 F.E: 08/2016

Anexo 11. Cotización del laboratorio del 01/01/2018.



Servicios Analíticos Generales S.A.C.

FV-005  
Versión: 15  
F.E.: 12/2016

1 de 3

COTIZACIÓN N° 2017-12VH-3-1			
CLIENTE:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE	FECHA:	2017-12-26
DIRECCIÓN:	Jr. Augusto Salaverry 689	RUC:	70882788
TELÉFONO:	94742-2279	E-MAIL:	rominasolier@gmail.com
CONTACTO:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE		
Referencia / Procedencia :	Muestreo de gases en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur		
Facturar a:	ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE		

AIRE						
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD	N° DE MUESTRAS	PRECIO UNITARIO (\$/)	PRECIO TOTAL (\$/)
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE						
*Dióxido de Nitrógeno (NO2) (1hora) solo análisis de laboratorio	SAG-170124 Rev.0 (Validado), 2017. Referenciado en el método de Arsenito de sodio. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de aire (ug/muestra NO2). No incluye muestreo.	0.2	ug/muestra	1	50.00	50.00
*Monóxido de Carbono (CO) (8 horas) - solo análisis de laboratorio	SAG-170120, Rev. 0 (Validado), 2017. Referenciado en método colorimétrico. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (ug/muestra CO). No incluye muestreo.	150	ug/muestra	1	60.00	60.00
AIRE - SUB TOTAL						110.00

SUB TOTAL SERVICIO DE ANÁLISIS	110.00
SUB TOTAL (SERVICIO DE ANALISIS + OTROS GASTOS)	110.00
IGV (18%)	19.80
TOTAL S/	129.80

**Observaciones:**

No se consideran gastos administrativos, por la predisposición del cliente de recoger el IE en nuestras instalaciones.

\* En caso de que se presenten problemas o gastos no previstos en el curso de la prestación de los servicios, SAG deberá informar al respecto al cliente y tendrá derecho al cobro de los honorarios adicionales para cubrir el tiempo y los costos adicionales en que haya incurrido obligatoriamente para prestar los servicios.

Observaciones para el cliente	<p>* Las muestras ingresadas deben estar acompañadas por la <u>copla de la cotización del servicio y cadena de custodia</u> con los datos completos que se solicita, caso contrario las muestras no serán aceptadas.</p> <p>* Todos los resultados serán reportados en 01 informe de ensayo.</p> <p>* Para los análisis acreditados y con la finalidad que no se supere el tiempo de preservación, favor de considerar el "DA-002 Toma de muestra, preservación y tiempo de conservación para el análisis"</p> <p>* Los envíos a Lima deben ir dirigidos a: Percy Tafur Goñas DNI:40746045 y SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.</p> <p>* El servicio de recojo del flete por parte de SAG desde la agencia, es de lunes a viernes. En caso el cliente haga envíos fuera del horario indicado, debe informar a su ejecutivo de ventas con 2 días de anticipación como mínimo. Caso contrario las muestras no serán recogidas y de haber muestras perecibles, el laboratorio no se responsabiliza que dichos resultados no alcancen la acreditación.</p> <p>* En el caso de enviar muestras sábados y domingos, remitirlas a nombre de Luis Alberto Poma Pando, DNI 10007646 y SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.</p> <p>* Para envíos de muestras vía aérea, de lunes a domingo remitirlas a nombre de SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. Av. Naciones Unidas 1565 Urb. Chacra Ríos Norte – Cercado de Lima, RUC: 20514746355.</p>
-------------------------------	--

Servicios Analíticos Generales S.A.C., podrá cambiar los métodos de ensayo por razones técnicas y/o operativas. La versión de la norma podrá cambiar según la normativa.

Para el caso de mediciones de pH en laboratorio tener en cuenta que el ensayo presenta un tiempo de vida de 15 minutos, pasado ese tiempo pierde la condición de acreditado por ser considerado una muestra no idónea. Por lo cual en el Informe de ensayo tendrá la indicación "El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por INACAL, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo". Se recomienda optar por pH medición en campo para que no pierda la condición de acreditado.

Av. Naciones Unidas Nro. 1565 - Lima 1 - DUC 20514746355  
Central Telefónica: 425-6885 Email: [atencionalcliente@sagperu.com](mailto:atencionalcliente@sagperu.com)

### Anexo 12. Cadena de custodia del 01/01/2018.



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - CALIDAD DE AIRE

FR - 004  
Versión: 04  
F: 01/02/17  
Página: de

05/169879

Cliente: **Romina Solier Quispe** Contacto: **Carmen Cruz** E-mail: **rominasolier@gmail.com** Tel(s): **947422279**  
 Lugar: **Jr. Salaverry 689** Empresa: \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_ Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Número de Solicitud / Cotización: **2017-12VH-3-1** Muestreado por SAG:  Muestreado por el cliente:

CÓDIGO DEL CLIENTE	INICIO DE MUESTREO		FINAL DE MUESTREO		PARÁMETROS												N° INFORME: <b>12077-2018</b>		CÓDIGO DE LABORATORIO						
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	Alto volumen	Bajo volumen (*)			PTS	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>3</sub>	Benceno	HCT	Niebla ácida	Plomo		Arsénico	Metales totales	Meteorología	Ruido Puntual	Ruido Continuo	
						3 L/min	5 L/min	16.7 L/min																	
	PM 10	PM 2.5	PM10	PM2.5																					
Orcel	31-12-17	23:57	01-01-18	00:57																					180390
Chama VES	31-12-17	23:57	01-01-18	07:57					X																

DATOS DEL MUESTREO: Si el servicio es realizado por el cliente, registrar la información de campo en el siguiente recuadro:

CÓDIGO DEL CLIENTE	Descripción del punto de muestreo / Estación de muestreo / Observaciones de Campo (**)	GEOREFERENCIA (UTM) (Sistema, Zona y Banda):		ALTITUD (m.s.n.m.)	TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO (°C)	PRESIÓN AMBIENTAL PROMEDIO (mbar)
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			
		E:	N:			



Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Muestreo: <b>Antony Calderon Chipayo</b>	Firma(s): 	Recibido en laboratorio por: <b>E.J</b>
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del Supervisor de Campo: <b>Jean Carlos Quispe Silva</b>	Firma(s): 	Día / Hora: <b>16:00h</b>

(\*) Realizar un check para diferenciar el tipo de muestra de bajo volumen.      (\*\*) Declaración de Observaciones por el Analista de Campo

Anexo 13. Resultados del laboratorio del 01/01/2018.



**EXPERTS WORKING FOR YOU**

**INFORME DE ENSAYO N° 12077-2018**

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: JR. AUGUSTO SALAVERRY 689
<b>SOLICITADO POR</b>	: ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE
<b>REFERENCIA</b>	: MUESTREO DE GASES EN EL ÓVALO CHAMA - VILLA EL SALVADOR
<b>PROCEDENCIA</b>	: INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA UNIVERSITARIA CON LA AVENIDA SEPARADORA INDUSTRIAL
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2018-01-08
<b>FECHA DE INICIO DE ENSAYOS</b>	: 2018-01-08
<b>MUESTREADO POR</b>	: EL CLIENTE

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-170120, Rev. 0 (Validado), 2017. Referenciado en método colorimétrico. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (ug/muestra CO). No incluye muestreo.	150	ug/muestra
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	SAG-170124 Rev.0 (Validado), 2017. Referenciado en el método de Arsenito de sodio. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de aire (ug/muestra NO <sub>2</sub> ). No incluye muestreo.	0.2	ug/muestra

L.C.: Limite de cuantificación.

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2017-12-31	
Hora de inicio de muestreo (h)	23:57	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	Ovalo Chama VES	
Código del Laboratorio	1801390	
Ensayos	Unidades	Resultados
Monóxido de Carbono (CO)	ug/muestra	<150
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/muestra	5.5

Lima, 17 de Enero del 2018



Quím. César Antonio Poma Pando  
GERENTE GENERAL  
C.Q.P. N° 719  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Página 1 de 1

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW) -APHA-AWWA-WEF: 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
**NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.**

Cod: FI01 AV. Naciones Unidas N°1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Peru Central Telefonica: 511 425 7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133  
Version: 08 Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com  
F.E: 08/2016