

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“RELACIÓN ENTRE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LA SALUD DE
LOS POBLADORES DEL SECTOR NUEVA ESPERANZA, EN EL
DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, MES DE AGOSTO 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA

MAYRA VANESSA MARIN LINARES

ASESOR

DR. NOÉ SABINO ZAMORA TALAVERANO

JURADO

DR. EDWIN JAIME GALARZA ZAPATA

MG. WALTER BENJAMÍN ZÚÑIGA DÍAZ

MG. CARMEN LUZ VENTURA BARRERA

MG. GLADYS ROJAS LEÓN

**LIMA – PERÚ
2019**

DEDICTORIA

A Dios, mi fuerza y mi guía, sin cuya voluntad no existiría, con él todo, sin él nada. A mis padres por brindarme su comprensión, amor y apoyo en los momentos difíciles. A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome e inspirándome a ser un ejemplo para su vida. A mi alma máter por la instrucción recibida en mis años como estudiante. A mis profesores por todos los conocimientos y enseñanzas compartidas.

La autora

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante este tiempo de desarrollo del trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a las instituciones del SENAMHI, DIRIS y Municipalidad de Villa María del Triunfo por su colaboración y la información brindada, a mi asesor Noé Zamora Talaverano por las sugerencias y la guía recibida, al Dr. Edwin Galarza Zapata, Dr. Walter Zúñiga Díaz, Dra. Carmen Ventura Barrera y a la Dra. Gladys Rojas León quienes con sus conocimientos metodológicos revisaron y sugirieron cambios significativos para la aprobación de la tesis; a mi madrina Aurea Gallardo por el cariño y amor todos estos años de vida, a mi tía Lucía Dueñas quién estuvo conmigo en tiempos valiosos y a todos mis familiares por los consejos y ánimos a lo largo de ésta carrera.

A todos ellos nuestra gratitud.

La autora

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción y formulación del problema	2
1.2 Antecedentes.....	9
1.3 Objetivos	18
1.4 Justificación.....	19
1.5 Hipótesis.....	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	22
2.1.1 Contaminación atmosférica	22
2.1.2 La Salud	43
2.1.3 Otros aspectos teóricos relevantes	48
III. MÉTODO.....	55
3.1. Tipo de la investigación	55
3.2 Ámbito temporal y espacial	56
3.3 Variables.....	56
3.4 Población y muestra.....	57
3.5 Instrumentos	57
3.6 Procedimientos	61
3.7 Análisis de datos	65
3.8 Consideraciones éticas.....	68
IV. RESULTADOS.....	69
4.1 Contaminación del aire por gases del parque automotor en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.....	69
4.2 Contaminación del aire por smog producido por las fábricas en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.....	84

4.3	Contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles en la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.....	92
4.4.	La salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.....	95
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	99
VI.	CONCLUSIONES	119
VII.	RECOMENDACIONES	122
VIII.	REFERENCIAS	124
IX.	ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Componentes del aire.....	24
Tabla 2:	Contaminantes, sus principales fuentes, efectos y directrices para la salud.....	31
Tabla 3:	Tipos de Combustible que actualmente se consumen en Lima.....	37
Tabla 4:	Índice de calidad del aire de la ICA.....	50
Tabla 5:	Variables e indicadores.....	56
Tabla 6:	Instrumentos de medición de la calidad del aire.....	58
Tabla 7:	Clasificación de los estados de la calidad del aire según el MINAM (2018).....	62
Tabla 8:	Escala visual del ICA.....	63
Tabla 9:	Estándares de calidad ambiental (ECA) para Aire.....	64
Tabla 10:	Contaminantes a monitorear en función a las principales fuentes.....	66
Tabla 11:	Calificación según los valores del INCA con sus respectivos colores.....	67
Tabla 12:	Coordenadas UTM de los sectores de estudio.....	69
Tabla 13:	Tabla climática // datos históricos del tiempo Villa María de Triunfo.....	70
Tabla 14:	Concentración promedio de Dióxido de Azufre (SO ₂) micras por metro cúbico en el aire (Agosto 2018).....	72
Tabla 15:	Cálculo del INCA para el Dióxido de azufre (SO ₂) Promedio 24 horas.....	73
Tabla 16:	Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el SO ₂	74
Tabla 17:	Concentración promedio de Monóxido de Carbono (CO) micras por metro cúbico en el aire (Agosto 2018).....	75

Tabla 18: Cálculo del INCA para el Monóxido de Carbono (CO) Promedio 8 horas.....	78
Tabla 19: Índice de la calidad del Aire (INCA- agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el CO.....	79
Tabla 20: Registro de valores de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y CO, correspondiente al mes de agosto del año 2016.....	82
Tabla 21: Valores de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y CO, NO_2 y O_3 registrados por el SENAMHI en los meses de Septiembre a Diciembre 2018, en VMT.....	84
Tabla 22: Concentración de material particulado inferior a 2.5 en el aire (Agosto 2018).....	85
Tabla 23: Cálculo del INCA para el Material Particulado ($PM_{2.5}$) Promedio 24 horas.....	86
Tabla 24: Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del Triunfo para el $PM_{2.5}$	87
Tabla 25: Concentración promedio de material particulado PM_{10} en el aire (Agosto 2018).....	89
Tabla 26: Cálculo del INCA para el Material Particulado PM_{10} promedio 24 horas.....	90
Tabla 27: Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el PM_{10}	91
Tabla 28: Enfermedades atendidas a los pobladores del sector de Nueva Esperanza en los centros de salud Estatal del distrito de Villa María del Triunfo durante el mes de Agosto 2018	96
Tabla 29: Comparación de los valores de los contaminantes obtenidos del SENAMHI correspondiente al mes de Agosto 2018 y el Estándar de Calidad del Aire (ECA).....	110
Tabla 30: Comparación de valores ECA, trabajo de campo informes y boletines SENAMHI.....	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	136
Anexo 2: Valores de los contaminantes registrados por el SENAMHI durante el mes de Agosto 2018.....	138
Anexo 3: Guía de entrevistas.....	144
Anexo 4: Matriz de hallazgos de entrevistas.....	146
Anexo 5: Fotografía de la estación de monitoreo de la calidad de aire de Villa María del Triunfo (SENAMHI).....	150
Anexo 6: Fotografías de los sectores de villa maría del triunfo.....	150
Anexo 7: Mapa de ubicación – Sector Nueva Esperanza.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Concentración diaria de material particulado inferior a 10 micras (PM_{10}), en la estación de medición de Villa María del Triunfo de agosto 2017.....	83
Figura 2: Rosa de viento para el horario diurno del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.....	103
Figura 3: Rosa de viento para el horario vespertino del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.....	104
Figura 4: Rosa de viento para el horario nocturno del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.....	105

RESUMEN

La investigación ha sido desarrollada con el objetivo de establecer la relación que existe entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018; habiéndose planteado como problema principal ¿Cuál es la relación entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018?

La investigación asume un método, con un tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo-explicativo y un diseño no experimental de corte transversal; para el recojo de información se asumió como población a los médicos que laboran en los centros de salud del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, los especialistas del SENAMHI y personal de la Gerencia de limpieza y medio ambiente de la Municipalidad del distrito; y como muestra se eligió convenientemente a dos especialistas del SENAMHI una médico y un representante de la Municipalidad del citado distrito; como instrumento se utilizó la guía de entrevista. Entre la conclusiones relevantes se estableció que durante el periodo de estudio no hubo contaminación del aire por el SO_2 y CO ; pero si se registró contaminación del aire por el $PM_{2.5}$; conforme al índice de calidad del aire INCA; y contaminación del aire por el PM_{10} en el estándar ECA.

Palabras claves: Contaminación del aire, gases tóxicos, material particulado y salud.

ABSTRACT

The research has been developed with the objective of establishing the relationship between air pollution and the health of the inhabitants of the Nueva Esperanza sector, of the Villa Maria del Triunfo district, during the month of August 2018; having been raised as the main problem What is the relationship between air pollution and the health of the inhabitants of the Nueva Esperanza sector, of the Villa Maria del Triunfo district, during the month of August 2018?

The research assumes a method, with a type of applied research, descriptive-explanatory level and a non-experimental cross-sectional design; For the collection of information, the doctors who work in the health centers of the Nueva Esperanza sector of the district of Villa Maria del Triunfo, the specialists of the SENAMHI and personnel of the Cleaning and Environment Management of the Municipality of the Municipality of the Municipality of district; and as a sample, two SENAMHI specialists were conveniently chosen, a doctor and a representative of the Municipality of said district; The interview guide was used as an instrument. Among the relevant conclusions it was established that during the study period there was no air pollution by SO₂ and CO; but if air pollution was recorded by the PM_{2.5}; conforming to the INCA air quality index; and air pollution by the PM₁₀ in the ECA standard.

Keywords: Air pollution, toxic gases, particulate matter and health.

I. INTRODUCCIÓN

Ningún país a nivel mundial escapa de la contaminación del aire y de sus efectos que ella produce en la salud de los pobladores; en algunos países con menor o mayor grado de contaminación; pero, indudablemente se produce este fenómeno; nuestro país no escapa de este problema mundial; toda vez que, no hemos logrado industrializar los focos contaminantes producidos por los gases emanados del parque automotor, esmog de las fabricas especialmente empresas cementeras y por residuos sólidos, al no contar con reales rellenos sanitarios apropiados.

Este problema de igual forma como a nivel mundial, se padece en todos los departamentos del Perú unos con mayor contaminación que otros; y, si solo asumimos el departamento de Lima, también encontraremos esta proporción en los diferentes distritos que la comprenden; en este contexto, se ha considerado realizar la presente investigación en el distrito de Villa María del Triunfo, específicamente en el sector de Nueva Esperanza; toda vez que, en dicho lugar transitan gran número de vehículos en las denominadas horas punta que emanan gases tóxicos, existe una fábrica de cementos Unacem que produce el smog y durante el mes de agosto del 2018, este sector se saturó de residuos sólidos en las calles por la falta de recojo de basura de la empresa de servicios contratada por la municipalidad del sector, ante la falta de pago; situación que puso en peligro la salud de los pobladores, llegando a declararse en emergencia sanitaria y ambiental todo el distrito. En merito a este hecho se planteó como título de la investigación: “Relación entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector nueva esperanza, en el distrito de Villa María del Triunfo, mes de agosto 2018”.

1.1 Descripción y formulación del problema

La Organización Mundial de la Salud (2016) (World Health Organizations en inglés -WHO) señala que la contaminación atmosférica representa el principal riesgo ambiental para la salud en las Américas (p. 19). Esta Organización precisó que en el año 2012, una de cada nueve muertes en todo el mundo fue el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica (p. 15). Los contaminantes atmosféricos más relevantes y que guardan relación con la salud es el material particulado (PM) con un diámetro de 10 micras o menos, que pueden ingresar interiormente en los pulmones y provocar la reacción de la superficie y las células de defensa (p. 19).

Para la National Geographic, se considera contaminación del aire a cualquier sustancia, ingresada en la atmósfera por los individuos, que genere un efecto nocivo en los seres vivos y el medio ambiente (Párr. 1); la constituyen una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire, como el dióxido de carbono, Dióxido de Azufre entre otros (párr. 2 y 4).

Smith, Corvalan & Kjellstrom, (1999) (como se citó en Vargas, 2005) señalan que en los países industrializados un 20 % de la incidencia total de enfermedades se relacionan con factores medioambientales (p. 117). Según Valent, Little, Bertollini, Nemer, Barbone y Tamburlini, (2004) (como se citó en Vargas, 2005) afirmaron que en Europa una gran proporción de muertes y años de vida ajustados por discapacidad (DALYs) del grupo en edad infantil es atribuible a la contaminación del aire interior y exterior. Un dato significativo de este trabajo es que 1/3 de las muertes en el grupo de

edad de 0-19 años es atribuible a exposiciones ambientales (contaminación del aire interno y externo, agua y saneamiento, sustancias y preparados químicos y lesiones producidas por accidentes (p. 117).

Ellwood, Asher, Beasley, Clayton & Stewart (2005) (como se citó en Vargas, 2005) afirmaron que las enfermedades respiratorias, el asma y las alergias están asociadas con la contaminación del aire externo e interno. La relación entre la contaminación atmosférica y la salud es cada día más conocida. El asma y las alergias han aumentado durante las últimas décadas en toda Europa, aproximadamente un 10 % de la población padece alguna de estas enfermedades (p. 117).

Según Romo (2017) en el Perú, así como evaluamos la limpieza del agua que consumimos, el aire también debe ser monitoreado. La causa de que ignoremos su calidad es que la contaminación del aire no es siempre visible y cuando lo es, tal vez ya es demasiado tarde. ¿Alguna vez has visto fotos panorámicas de ciudades con una capa de neblina sucia (smog) sobre ellas? Eso significa que los niveles internacionales fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) han alcanzado límites dañinos para el ser vivo (párr. 2).

De acuerdo al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) (como se citó en Romo, 2017), los gases que dañan nuestro aire, son emitidos por nuestros vehículos y nuestras cocinas. Aunque comparado con los gases generados por las industrias pesqueras, mineras y agrícolas, parece ser mínimo, es un aporte continuo a la contaminación (párr. 3); asimismo, la OMS (como se citó en Romo,

2017) señaló que los efectos en el ser humano van desde dolores de cabeza, estrés y desmayos hasta enfermedades respiratorias y en casos más extremos, hasta cáncer (párr. 4); versión que es corroborado por el ingeniero Héctor Chávarry Rojas, vocal del Tribunal de Fiscalización Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

Para el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM, 2004) la contaminación por residuos sólidos en el Perú, constituye uno de los problemas más graves en cuanto a su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque tengan un apropiado sistema de recolección de residuos sólidos, disponen sus residuos en los ríos, el mar, las quebradas y espacios públicos en general. La práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados "botaderos", es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población (p. 7).

Asimismo, el CONAM precisa que los botaderos se pueden convertir en rellenos sanitarios o ser clausurados de modo tal que el lugar quede plenamente rehabilitado sin contaminación ambiental; sin embargo, en el Perú existen muy pocas experiencias de este tipo porque la disposición final de los residuos sólidos ha sido un tema que no ha tenido prioridad en las municipalidades y tampoco en la población local. Ante las importantes iniciativas de desarrollo socioeconómico, en armonía con el ambiente la conservación de los recursos naturales que el país viene experimentando, la conversión y la rehabilitación de los botaderos representa un desafío impostergable. Más aun cuando la legislación peruana prohíbe expresamente

el uso de los botaderos como medio para la disposición final de los residuos sólidos (2004, p. 7).

De acuerdo al Informe Nacional del Ministerio del Ambiente (2013) sobre la Calidad del Aire, el parque automotor obsoleto y la pésima calidad de los combustibles, son dos de las principales causas de la contaminación del aire, a los cuales se añaden la actividad comercial (restaurantes, emporios comerciales, etc.), la informalidad, los servicios y las malas prácticas ciudadanas.

En el distrito de Villa María del Triunfo, Radio Programas del Perú (RPP, 2017) informó que los vecinos expresaron su molestia por la acumulación de basura en varios puntos del distrito, debido principalmente a que los camiones recolectores solo pasan una vez al día y no por todas las zonas de esta jurisdicción. Esta realidad se percibe específicamente en la avenida 26 de Noviembre, una de las principales arterias de Villa María del Triunfo, donde se puede ver un gran cúmulo de basura a la altura del llamado Paradero Siete y Medio. El dirigente vecinal Carlos Hinostroza Rodríguez denunció que personal de limpieza quema la basura en plena vía pública. “En plena avenida Pachacútec, frente a diversos centros de estudios, centros comerciales, grifos y viviendas, operarios se dedican a quemar la basura que no pueden reciclar, ocasionando graves daños medioambientales y poniendo en peligro a la población” (párr. 1-4).

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2014) presentó los resultados del comportamiento, dentro del ciclo horario y diario, de los

contaminantes gaseosos y material particulado de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire; una de las estaciones de la red de Vigilancia Permanente de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, que monitorea el SENAMHI de manera continua los contaminantes prioritarios. Está localizada en Lima Sur 2 Villa María del Triunfo; específicamente en el parque Nueva esperanza, donde se verifican los niveles de Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono (O_3) y el Monóxido de Carbono (CO).

Según el SENAMHI (2014) los niveles de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) para el mes de Mayo 2014, iniciaron su incremento gradual desde las 5:00 horas para luego llegar a su máximo de $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las horas diurnas (7 a 11 horas) exactamente a las 11:00 horas y descender gradualmente para presentar la mínima concentración en las horas vespertinas (12 a 18 horas) de $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 15:00 horas cuando la temperatura del aire había alcanzado su valor de 20.4°C a las 13:00 horas y la velocidad del viento alcanzo el máximo de 2.5 m/s a las 16:00 horas (p. 5).

De igual forma, se aprecia un incremento progresivo de Material Particulado menor a 10 microgramos (PM_{10}) en las primeras horas de la mañana desde las 7:00 horas, hasta llegar a un máximo media horaria de $87.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 14:00 horas, para luego descender, por efecto del viento que dispersa las partículas, hasta presentar una concentración mínima en las horas vespertinas de $67.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 18:00h, cuando la velocidad del viento alcanzó su máximo valor de 2.0 m/s a las 15:00 horas (SENAMHI, 2014).

Rodríguez, Zavala, Vidal y Cox (s.f) realizaron el trabajo de campo en Villa María del Triunfo donde se encuentra ubicada la fábrica de Cementos Lima de Atocongo, encontrando que, los efectos de contaminación ambiental por el polvo de cemento de la fábrica son evidentes; las hojas de las plantas adyacentes se encuentran con polvo de cemento de cierto espesor, retardando su crecimiento, dificulta el proceso fotosintético y hace que la planta termine secándose gradualmente; así también, señaló que los pobladores de este distrito sufren de permanentes enfermedades bronquiales, alérgicas, disneicas y ardor de garganta. Los obreros que trabajan en la fábrica, en su mayor parte viven en Villa Mará del Triunfo y pueblos cercanos, algunos adolecen de enfermedades, tales como bronquitis asmátiforme, procesos alérgicos, cáncer de la piel, silicosis; esta última se caracteriza por ser una enfermedad pulmonar de evolución lenta, debido a la inhalación de partículas de polvo, dióxido de silicio o sílice. Asimismo, señala el estudio que el polvo en suspensión en el área de Villa María del Triunfo reduce la iluminación de la visibilidad por el humo y el polvo. Las materias primas que se utilizan para la elaboración del cemento UNACEM son: Caliza, arcillas, yeso, agua, etc., que al calcinarse dan la debida composición química. Según estadísticas oficiales, la producción nacional de cemento UNACEM de cinco fábricas, no satisface las necesidades de consumo del país; por ese motivo, se importa cemento UNACEM de Colombia, EE.UU., Italia, Brasil, Chile y otros. La producción nacional de cemento es de 2'500,000 anuales promedio (pp. 92-93).

Por otro lado, el Diario El Comercio (2018) publicó el artículo periodístico con el título “Villa María del Triunfo: calles siguen llenas de basura”; se informa que, los cerros de basura se han acumulado cerca de colegios, hospitales, mercados y espacios

públicos, exponiendo a los residentes y transeúntes a contraer enfermedades. Esto pese a que el 17 de enero del 2018, el Ministerio de Salud declaró alerta sanitaria en el distrito; y, el Ministerio del Ambiente identificó 79 puntos críticos. La imagen se repite en cada cuadra de la avenida Pando y frente al mercado José Carlos Mariátegui, donde cientos de personas hacen sus compras diarias. La comuna admitió que tiene una deuda con la empresa Petramás por el servicio de disposición final. Además, le debe más de 400 mil soles a la compañía Rambel por el servicio de planta, transferencia, transporte y disposición final; este hecho ha sido corroborado por la Sociedad Nacional de Industrias, el Organismo Peruano de Consumidores y Usuario (OPECU) y la ONG Gobernabilidad Perú Ambiental (2018), quienes dieron a conocer que en total son 7 distritos en Lima los que registran el nivel más alto de contaminación, entre ellos Villa María del Triunfo.

En este contexto se formuló como:

Problema principal

¿Cuál es la relación entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018?

Asimismo, se planteó como **Problemas secundarios:**

- i) ¿Qué relación existe entre la contaminación del aire por gases del parque automotor y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?
- ii) ¿Cómo se relaciona la contaminación del aire por smog producido por las fábricas, con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?

- iii) ¿De qué manera se relaciona la contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?

1.2 Antecedentes

Paccha (2011) elaboró la tesis “Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en zonas urbanas para reducir la contaminación ambiental”, en la Universidad nacional de Ingeniería-Lima-Perú. Se planteó como problema principal ¿Será Eficiente el uso del plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en zonas urbanas para reducir la Contaminación Ambiental?, como Objetivo general determinar si el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) del distrito de San Juan de Lurigancho es eficiente para reducir la contaminación ambiental en dicho distrito. La metodología establecida ha sido para una investigación de tipo aplicada, nivel descriptiva-explicativa, con un método inductivo-descriptivo y un diseño Experimental, Transversal, Descriptivo y Correlacional - Causal. Como conclusión relevante para la presente investigación se estableció que, aplicando el PIGARS se reduce la contaminación ambiental en el distrito, tanto en el componente de aire, agua y suelo.

Moreno y Palmisano (2012) elaboraron la tesis “Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM_{10} y CO ”, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se planteó como objetivo general describir el estado de los contaminantes del aire: partículas de CO , PM_{10} y SO_2 en el campus universitario y en base a la

investigación, cuantificar los daños que podrían ocasionar los contaminantes y medir su nivel de respuesta. El estudio realizado en ésta investigación es transversal, y de tipos descriptiva y explicativa. La metodología de toma de muestras se conoce como monitoreo densiométrico pasivo de la calidad del aire. Como conclusión relevante se obtuvo que la contaminación existe, más por el lado de las partículas en suspensión que por las de monóxido ya que éste resultó por debajo de los estándares permitidos.

Sagástegui (2012) elaboró el trabajo de investigación titulado “Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera”; en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Laureate International Universities de Lima-Perú. Investigación que da a conocer los primeros conceptos básicos del medio ambiente para poder entender la importancia y el consentimiento necesario por parte de todos. Por tal motivo, se estructura en este marco teórico las razones y los efectos inminentes de la contaminación y emisiones peligrosos desde el punto de vista ambiente y empresa. Como conclusión relevante se tiene que el proceso productivo de una cementera tiene siempre el riesgo común de la contaminación, pese a que existen leyes reguladoras de estos desprendimientos, siempre existe una cantidad mínima de contaminación dañina o no, en los procesos. El polvo fugitivo es una de ellas y se le conoce como todo desprendimiento incontrolable, no deseable, imprevisto y que suelen escaparse del sistema de control de contaminación de la empresa. Estos polvos desprendidos pueden ser de menor importancia a comparación de otros gases contaminantes del proceso productivo; sin embargo, poco a poco se generan costos ocultos que a lo largo del año se tornan importantes. Entonces, el desprendimiento de polvo fugitivo es dañino para la salud, para las máquinas y equipos. Se tiene como

evidencia el problema dañino en la salud por los efectos respiratorios que ocasionan en los trabajadores, se estima que el 68% de la población podría experimentar efectos respiratorios por los efectos contaminantes totales, esto quiere decir que el desprendimiento de polvo se debe considerar importante para poder reducir la contaminación.

Saavedra (2014) instruyó la tesis “Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular”. Se planteó como Objetivo General: Analizar los diferentes escenarios de emisión de contaminantes generados en un ambiente de congestión vehicular en la avenida Javier Prado Oeste al modificar las variables; velocidad de recorrido, tipo de combustible y uso de convertidores catalíticos, y comparar las emisiones estimadas en dicho ambiente con las producidas en uno libre de congestión. Analizar los diferentes escenarios de emisión de contaminantes generados en un ambiente de congestión vehicular en la avenida Javier Prado Oeste al modificar las variables; velocidad de recorrido, tipo de combustible y uso de convertidores catalíticos, y comparar las emisiones estimadas en dicho ambiente con las producidas en uno libre de congestión. La investigación se realizó en la ciudad de Lima, en la sección de la avenida Javier Prado comprendida entre las av. Las Flores y Camino Real, en sentido de oeste a este. La distancia del área de estudio es de 1.41 kilómetros y está conformado por tres carriles de tres metros de ancho cada uno. Como conclusión relevante se señaló que las emisiones en caliente provenientes del tubo de escape alcanzan los 18 377.44 kg/año de los cuales el 82 por ciento corresponde al monóxido de carbono (CO), el 11 por ciento a los hidrocarburos (HC) y el 7 por ciento restante a los óxidos de nitrógeno

(NOx). Las emisiones evaporativas en circulación correspondientes a los hidrocarburos evaporados de los vehículos que utilizan la gasolina como combustible, ascienden hasta los 676.9 gr/año.

Reupo (2018) elaboró la tesis “Influencia del PM_{10} en la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil menor de 5 años del distrito de Ate, Lima 2014-2015”, en la Universidad César Vallejo de Lima, Perú; se planteó como Objetivo general determinar la influencia del PM_{10} en la incidencia de las infecciones respiratorias agudas altas y bajas en la población infantil menor de 5 años del distrito de Ate, Lima 2014-2015. Investigación de tipo básico, nivel correlacional, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, de corte transversal. La muestra estuvo compuesta por 16,625 historias clínicas de pacientes con un máximo de 5 años de edad. La información se procesó en el Software libre R v 3.2.1, para establecer la influencia del PM_{10} en la incidencia de las enfermedades respiratorias agudas altas y bajas en la población infantil menor de 5 años del distrito de Ate, Lima entre el periodo 2014-2015; estudio transversal, mediante la prueba estadística de correlación de Pearson se comprobó que el PM_{10} influye significativamente en la incidencia de las infecciones respiratorias agudas de las vías respiratorias altas y bajas en la población infantil menor de 5 años del distrito de Ate.

Prieto (2016) elaboró la tesis “Caracterización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad del aire en el distrito de Islay Matarani”, en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Investigación experimental se realizaron 4 monitoreos de calidad de aire repartidos trimestralmente durante el año

2014, en los cuales se analizó material particulado MP_{10} , plomo (Pb) y arsénico (As); en tal sentido, se instalaron 04 estaciones de monitoreo de calidad de aire distribuidas en áreas sensibles del distrito de Islay-Matarani. El criterio para la ubicación de las estaciones de monitoreo se realizó en base al Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos de DIGESA publicado en el 2005. Se trabajó en base a la Temperatura (C°) y Presión Ambiental (bar) promedios de las 24 horas de muestreo para llevar las condiciones de la zona de monitoreo a un estándar que faciliten la determinación de material particulado y los metales pesados (Pb y As). Principalmente se utilizó el equipo HI-VOL PM_{10} MARCA THERMO Serie y el equipo DAVIS Advantage PRO 2, entre otros equipos y materiales. Como conclusión relevante se tuvo que las concentraciones de material particulado, Plomo y Arsénico en las estaciones de monitoreo ubicadas en Centro Poblado Puerto Nuevo, Centro Poblado Villa El Pescador y Matarani – Islay se encuentran por debajo de lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Calidad de Aire.

Romero, et. Al. (2006) Elaboraron el artículo científico titulado “La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud”, se planteó como objetivos fundamentales, el de referir la contaminación del aire como problema de salud asociado al desarrollo histórico social y, en particular, al desarrollo de la producción industrial, y exponer algunos de los efectos en la salud que se hacen más agudos por diversos factores sociales. Investigación descriptiva exploratoria; entre los aspectos resaltantes expresa que existen evidencias que relacionan significativamente los contaminantes atmosféricos y el incremento de las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias. Romero, et. Al (2004) señalaron que los estudios

epidemiológicos precisan que la exposición a diferentes contaminantes ambientales, incluso a niveles por debajo de las normas internacionales, se asocian con un incremento en la incidencia de asma, severidad en el deterioro de la función pulmonar, así como mayor gravedad en la presentación de las enfermedades respiratorias de niños y adolescentes (p. 9). La relación entre la exposición a material particulado (humo y PM_{10}) y los efectos adversos a la salud se han documentado en diferentes estudios, aunque solo algunos han investigado el impacto del humo sobre la salud de niños con crisis aguda de asma bronquial (Romero E. Al., 2004, p. 9). Entre los principales contaminantes con capacidad de afectar la salud de los individuos están los que provienen de emisiones primarias o transformaciones atmosféricas. Los vehículos automotores son la fuente más importante de algunos de estos contaminantes (en particular el monóxido de carbono), óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados, ozono y otros oxidantes fotoquímicos, plomo y, en menor proporción, las partículas suspendidas totales de dióxido de azufre y los compuestos orgánicos volátiles. La creciente urbanización, el congestionamiento vehicular y los grandes costos de los medios de control han convertido en un problema crucial la contaminación del aire urbano. Los contaminantes y sus derivados pueden producir efectos adversos a la salud, e interactuar y alterar las moléculas indispensables para los procesos bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano. Tres factores condicionan el riesgo de lesión tóxica por estas sustancias: sus propiedades físico-químicas, las dosis de las sustancias que entran en contacto con los tejidos críticos y la respuesta de estos a las sustancias.

Salinas (2012) elaboró la tesis “Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencia por morbilidad respiratoria en menos de 5 años en la ciudad de Valdivia, periodo mayo – julio, del 2010”. En la Universidad Austral de Chile. Se planteó como objetivo general evaluar la asociación entre los índices MP_{2,5} y MP₁₀ el número de consultas de morbilidad por causas respiratorias de menores de 5 años inscritos en el Consultorio Externo Valdivia (CEV), durante el período de mayo a julio del año 2010. Como metodología se realizó un estudio epidemiológico, observacional de enfoque ecológico. Este proyecto propuso evaluar la asociación entre una variable de exposición: nivel de contaminación por MP y un desenlace (outcome): consulta de urgencia por morbilidad respiratoria. Se recogió información sobre la concentración de MP fino (MP_{2.5}) y grueso (MP₁₀) desagregado por hora. Además se recopiló información sobre la variable climatológica Temperatura (T°) del mismo sistema. Como conclusiones relevantes para nuestra investigación se estableció que la contaminación atmosférica es un problema de salud pública prioritario en Chile, en especial en las ciudades con mayores índices de contaminación; que en la época de invierno, los índices de contaminación aumentan, consecuencia de la combustión incompleta de fósiles utilizados como combustible sumado a la variación de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad); la contaminación atmosférica por MP produce efectos en la salud de la población, pero sin duda sus mayores efectos se producen en los niños, un sector de la población con mayor susceptibilidad a las amenazas ambientales, en virtud de sus actividades y comportamiento, así como de su reducida capacidad para metabolizar las sustancias tóxicas. Asociado a esto, los niños a lo largo de su desarrollo tienen diferencias y modificaciones en su primer año de vida y su maduración termina a los 6 años de vida,

por lo cual la respuesta del sistema inmunitario y pulmonar se ven modificadas por el estímulo del ambiente. Se ha observado que la exposición a $MP_{2.5}$ y MP_{10} Dg/m^3 produce efectos adversos en la salud de los niños, ya que se asocia a un déficit en la función pulmonar, aumento de síntomas respiratorios y enfermedades, lo que deriva en un aumento de ausentismo escolar, hospitalizaciones por enfermedades respiratorias.

De la Paz (2013) elaboró la tesis “Evaluación de la contaminación atmosférica en el aire ambiente de manizales por COPs Y PM_{10} ”, en la Universidad Nacional de Colombia, sede de Manizales; planteándose como Objetivo general: Evaluar el comportamiento de los COPs (PCDD/PCDFs y dl-PCBs) y del PM_{10} en el aire ambiente de la zona urbana de Manizales y la influencia de las variables meteorológicas propias de la ciudad en la producción y dispersión de los mismos. La metodología utilizada ha sido analítica, para lo cual, el monitoreo de PCDD/PCDFs y dl-PCBs, fue llevado a cabo en 4 lugares de la zona urbana de Manizales, ubicados en el nor-occidente (Estación Liceo), centro geográfico (Estación Palogrande) y el sur-oriente (Estaciones Nubia y Sena), Como conclusiones relevantes se determinó que, las herramientas computacionales y las técnicas estadísticas empleadas para el análisis de datos de PM_{10} y las variables meteorológicas en algunas de las estaciones de calidad del aire de la ciudad, permitieron la confirmación de tendencias contaminantes y dispersivas encontradas por otros autores para el PM_{10} , así como la identificación de las fuentes que aportan mayoritariamente estos contaminantes a la atmósfera. El PM_{10} es un indicador de gran importancia en exposición humana a la contaminación por partículas. Los niveles encontrados en la ciudad no superan la normativa

colombiana, pero si superan los niveles recomendados por la OMS para este contaminante. Esta información es útil para las autoridades ambientales en la determinación de medidas de eliminación, reducción o control de las fuentes generadoras y por consiguiente de gran aporte para las iniciativas en programas de protección de la salud pública.

Sanhueza, Vargas y Jiménez (2006) elaboraron el artículo científico titulado “Impacto de la contaminación del aire por PM_{10} sobre la mortalidad diaria en Temuco”. La información corresponde a las muertes diarias, concentraciones de PM_{10} y variables meteorológicas, durante el periodo comprendido entre noviembre de 1997 y diciembre de 2002, para las ciudades de Temuco y Padre Las Casas. La base de datos de mortalidad se obtuvo del Ministerio de Salud e incluye la comuna de residencia del occiso, fecha de defunción, edad al fallecer, sexo y código de la causa originaria o primera de la cadena causal. Dentro de las causas de muertes de interés para efectos de este estudio se encuentran: sistema circulatorio, sistema respiratorio y cáncer. Los códigos de las causas de muertes utilizadas corresponden al *International Classification of Disease*, décima revisión (ICD-10). Las muertes fueron clasificadas por grupo de edad (total, mayores y menores de 65 años). Finalmente, la base de mortalidad se estructuró contabilizando para cada día, el número de muertes por causa y grupo de edad. Como conclusión relevante se estableció que, se encontró asociación positiva entre el PM_{10} y tres causas de mortalidad: respiratoria total, cardiovascular total y cardiorrespiratorias en la ciudad de Temuco, no así para el cáncer, el que fue utilizado como control negativo.

Escalona (2014) elaboró la tesis “Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste”. Como objetivo principal se planteó determinar los daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. Investigación descriptiva transversal, en la que se utilizaron como métodos de investigación la observación y la entrevista, las variables que se seleccionaron: daños a la salud y daño al medio ambiente. Como resultados se determinó que el daño a la salud obtenidos fueron infecciones respiratorias agudas, parasitosis intestinales, diarrea, el dengue y la malaria, entre otras las causas de la prestación deficiente fueron: falta de conocimiento y la sensibilización de la población, pequeño número de contenedores para la recogida de residuos, la falta de recursos y el apoyo del gobierno local, el daño ambiental fueron: la contaminación del suelo, aire, ríos, mar y aire. Conclusiones: los principales daños a la salud y el medio ambiente están causados por la ausencia de condiciones adecuadas como la voluntad gubernamental que garantice un sistema de eliminación y recogida eficiente y en tiempo. Esta mala disposición de los residuos y contaminantes provocan que se afecten la alimentación adecuada de las personas y la aparición de enfermedades prevenibles.

1.3 Objetivos

Se planteó como Objetivo general:

Establecer la relación que existe entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.

Asimismo, se planteó como Objetivos específicos:

- i) Determinar la relación entre la contaminación del aire por gases del parque automotor y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.
- ii) Evaluar la relación entre la contaminación del aire por smog producido por las fábricas y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.
- iii) Describir la relación entre la contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.

1.4 Justificación

La investigación se justifica en el aspecto teórico, por cuanto ha incrementado el acervo teórico de la relación entre la variable contaminación del aire y la variable salud, en ciudades con similares características como Villa María del Triunfo, permitiendo realizar otras investigaciones que pueden llevar al final a formular teorías sobre el tema; en el aspecto práctico, la investigación identificó y describió la relación de la primera variable y la segunda, poniendo de manifiesto, los elementos significativos que se relacionan entre sí; y, el conocimiento científico de esta realidad viabilizó y permitió plantear soluciones objetivas al problema; mientras que, desde el aspecto metodológico, incrementó y fortaleció las técnicas e instrumentos utilizados para el recojo de la información.

En consecuencia, queda justificada la investigación; por cuanto el resultado proporcionó al Estado herramientas teóricas, prácticas y metodológicas que han

permitido comprender la problemática de la contaminación del aire y su relación con la salud de las personas que residen en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo; contribuyendo a disminuir y eliminar este riesgo.

Asimismo, la investigación tuvo como limitación principal el recojo de muestras del aire; toda vez que, existen formas de recojo de muestras como que tienen un margen de error significativo; es decir, los resultados no son confiables; en consecuencia, al tener conocimiento que, el SENAMHI monitorea y recoge muestras del aire específicamente en el sector de Nueva Esperanza de Villa María del Triunfo; y que, el procedimiento que realizan es significativamente confiable; entonces se asumió la coordinación con esta institución para el trabajo de campo y obtención de los datos durante el mes de Agosto 2018; los mismo que fueron procesados y analizados por el investigador.

La importancia de la tesis se ubica en el conocimiento que se ha obtenido respecto a la calidad del aire y el nivel de contaminación que se produce en Villa María del Triunfo; y, su relación con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza; los mismos que ha presentado enfermedades respiratorias, dérmicas, alérgicas y digestivas entre otras.

En consecuencia, el Estado Peruano debe atender los problemas urgentes de una sociedad como es la salud de los pobladores del distrito de Villa María. No se puede ser insensible ante una realidad que es latente en Villa María del Triunfo y se relaciona con la contaminación del aire por gases del parque automotor, el smog

producido por las fábricas y por los residuos sólidos arrojados en las calles; este problema público requiere una urgente atención.

1.5 Hipótesis

En este contexto se planteó como Hipótesis general:

La contaminación del aire se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.

Así también, se planteó como **Hipótesis específicas:**

- La contaminación del aire por gases del parque automotor se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.
- La contaminación del aire por smog producido por las fábricas se relaciona inversamente, con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.
- La contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Contaminación atmosférica

2.1.1.1 Generalidades

El Ministerio del Ambiente (2016) en su Informe Nacional sobre la calidad del Aire 2013-2014, señaló que contar con un ambiente sano y equilibrado para el desarrollo de la vida es un derecho fundamental establecido en la Constitución Política de nuestro país. Una buena calidad del aire contribuye a una mejor calidad de vida de la población; lo cual se logra con el compromiso y la participación activa de todos los actores involucrados; Estado, empresa y población; siendo responsabilidad del Estado la implementación de medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de importantes instrumentos de gestión ambiental como Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), Planes de Acción, entre otros (p. 15)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define al aire puro como “la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0.5 milímetros los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre” (OMS, 2004, p. 5).

Para Insunza (2007) la mecánica de fluidos considera al aire como un conjunto de moléculas distribuidas al azar que se mantienen unidas por fuerzas cohesivas

débiles y por fuerzas ejercidas por las paredes de un envase; también la asume como envase a la atmósfera en general que gracias a las fuerzas de gravedad se extiende hasta un volumen determinado; en consecuencia, esta afirmación realizada por el autor alcanza también a los gases (p. 274).

Andrade (2007) en su tesis Modelos evaluativos de optimización y de simulación de Sistemas señaló que, de acuerdo con la altitud, composición, temperatura y otras características, la atmósfera rodea a la Tierra y comprende las siguientes capas o regiones (pp.7-8):

La **Tropósfera** alcanza una altura media de 12 km. (es de 7km. En los polos y de 16km. en los trópicos) y en ella encontramos, junto con el aire, polvo, humo y vapor de agua, entre otros componentes. La **Estratósfera** zona bastante fría que se extiende de los 12 a los 50 km de altura; en su capa superior (entre los 20 y los 50km) contiene gran cantidad de ozono (O_3), el cual es de enorme importancia para la vida en la tierra por que absorbe la mayor parte de los rayos ultravioleta del sol. La **Mesósfera** Zona que se sitúa entre los 50 y los 100km de altitud; su temperatura media es de $10\text{ }^\circ\text{C}$; en ella los meteoritos adquieren altas temperaturas y en su gran mayoría se volatilizan y consumen. La **Ionósfera** Empieza después de los 100km, y va desapareciendo gradualmente hasta los 500km de altura. En esta región, constituida por oxígeno (O_2), la temperatura aumenta hasta los $1000\text{ }^\circ\text{C}$; los rayos X y ultravioleta del Sol ionizan el aire enrarecido, produciendo átomos y moléculas cargados eléctricamente (que reciben el nombre de iones) y electrones libres. La **Exósfera** Comienza a 500 km. de altura y extiende más allá de los 1000 km; está formada por una capa de helio y otra de

hidrógeno. Después de esa capa se halla una enorme banda de radiaciones (conocida como magnetosfera) que se extiende hasta unos 55000 km de altura, aunque no constituye propiamente un estrato atmosférico (pp. 7-8).

El aire limpio y puro forma una capa de aproximadamente 500,000 millones de toneladas que rodea a la Tierra. Su composición es la que parece en la Tabla 1.

Tabla 1: Componentes del aire

COMPONENTE		CONCENTRACIÓN APROXIMADA
Nitrógeno	(N)	78.03% en volumen
Oxígeno	(O ₂)	20.99% en volumen
Dióxido de Carbono	(CO ₂)	0.03% en volumen
Argón	(Ar)	0.94% en volumen
Neón	(Ne)	0.00123% en volumen
Helio	(He)	0.0004% en volumen
Criptón	(Kr)	0.00005% 0.01% en volumen
Xenón	(Xe)	0.000006% 0.01% en volumen
Hidrógeno	(H)	0.01% en volumen
Metano	(CH ₄)	0.0002% en volumen
Óxido Nitroso	(N ₂ O)	0.00005% en volumen
Vapor de agua	(O ₃)	Variable
Ozono		Variable
Partículas Volátiles Suspendidas		Variable

Fuente: Adriaanse, A. (1992) The Development of Environmental Policy Indicators in The Netherlands. Ministerio de Vivienda, Planeación Física y Medio Ambiente, Holanda.

Según Swisscontact, (2004), los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno y el Oxígeno (con un porcentaje de 78.08% y 20.95% respectivamente), destacando el Argón entre los menos comunes, con 0.93%. Todos los componentes del aire deben encontrarse en equilibrio en la atmósfera de acuerdo a los porcentajes señalados. Si se agregara alguna sustancia en cantidades mayores a las que normalmente posee, el aire se contaminaría. De la misma manera sucederá para el resto

de gases (0.04%). Estos contaminantes incluyen: Ozono Troposférico (O_3), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), Monóxido de Carbono (CO), óxidos de material particulado (PM), entre otras (p. 7).

2.1.1.2 Principales contaminantes del aire

Para Elsom (1992) citado por Salinas (2012) señala que la contaminación del aire constituye la presencia de sustancias extrañas en la atmosfera en concentraciones suficientes como para interferir en la salud, seguridad o bienestar de los seres vivos, además de constituir un problema ambiental debido a que la acción antrópica genera un efecto sobre un componente ambiental (aire) y a su vez el deterioro de este afecta la supervivencia y la calidad de vida del hombre (p. 3).

Según Roberts (2001) los problemas de calidad del aire están relacionados con diferentes factores: geofísicos, meteorológicos y socioeconómicos, éste último debido a la presión ejercida por el crecimiento de la economía y población. La población, el desarrollo industrial y la dependencia por los motores de combustión interna explican el incremento sostenido de las emisiones gaseosas y material particulado, los cuales han sobrecargado la capacidad natural del aire para diluirlos (p. 2). Roberts (2001) agrega que los contaminantes más importantes derivados de los combustibles fósiles (diesel, gasolina, petróleo y gas), que son los más usados por automóviles y buses antiguos en nuestro país y América latina son: el material particulado (PM), Dióxido de Azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_2), el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Todos éstos compuestos componen lo que usualmente conocemos como humo negro vehicular. (2001, p. 5)

Para el MINAM (2016) los principales contaminantes o contaminantes criterio, los cuales cuentan con estándares de calidad ambiental establecidos son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono (O_3), material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM_{10}), material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros ($\text{PM}_{2.5}$), plomo (Pb), benceno, hidrocarburos totales (HT) e hidrógeno sulfurado (H_2S). Teniendo en cuenta pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias en la salud y múltiples estudios de investigación toxicológicos y epidemiológicos, la Organización Mundial de la Salud (en adelante OMS) actualizó el 2005 las Guías para el O_3 , SO_2 , NO_2 y PM (de 10 y 2,5 micras de diámetro), valores que han servido de base en el país, para la actualización y establecimiento de los ECA para el SO_2 y $\text{PM}_{2.5}$ respectivamente (p. 16)

Material Particulado (PM)

De distintos estudios documentados por la Organización Mundial de la Salud, el principal problema del aumento en el parque automotor es la emisión de material particulado, el cual consiste en sustancias sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera. (2005, p. 23) El material particulado menor a 10 micrómetros de diámetro (PM_{10}) corresponde de uno a dos tercios de las emisiones totales de material particulado. La principal afectación a la salud que puede producir el PM_{10} es su acumulación en los pulmones y daño de los mismos (OMS, 2005, p. 24). De la misma manera generan daño a la infraestructura debido a su acumulación y asentamiento.

El material particulado es una mezcla de partículas líquidas y sólidas liberadas en la atmósfera proveniente de diferentes fuentes, las que varían mucho en tamaño y composición (D'Amato 2000). El tamaño es una de las características más importantes por el depósito en las vías aéreas. Las partículas con un diámetro inferior a 10 μ (PM_{10}) son inhalables, las partículas inferiores a 2,5 μ son la fracción fina de PM_{10} y pueden alcanzar las vías aéreas inferiores. Entre las últimas están las partículas ultrafinas, con un diámetro inferior a 1 μ . Las partículas generadas por los procesos de combustión presentan diámetros desde 0.003 a 1 μ (Boubel et al. 1994). Los efectos en la salud vistos en muchos estudios están determinados por la composición física y química de las partículas. Las partículas del escape del diesel (DEP) son responsables de una parte substancial de materia particulada. Estas partículas son de tamaño ultrafino y pueden alcanzar porciones más profundas del tracto respiratorio. Se ha postulado que ellas pueden intensificar la respuesta inmunológica a los alérgenos y producir reacciones inflamatorias en las vías aéreas (Muranaka et al. 1986; Diaz-Sanchez 1997; Miyabara et al 1998; Rudell et al. 1999; Diaz-Sanchez et al. 2000; Van Zijverden et al. 2000; Nordenhall et al. 2001).

Pope y Dockery, (2006) citados por Salinas (2012), señalan que el MP se define como partículas sólidas y líquidas mezcladas que se encuentran suspendidas en el aire y que varían en número, tamaño, forma, área de superficie, composición química, solubilidad y origen. La distribución total de partículas suspendidas, según su tamaño en el ambiente aéreo son de dimensión trimodal, incluyendo partículas gruesas, finas y ultra finas (p. 4). La selección del tamaño del MP se determina según si la colección de partículas se encuentra, debajo, encima o dentro de un rango de tamaño

aerodinámico específico, ya que cada uno de estos tiene una especial relevancia en la inhalación y depósito, fuentes o toxicidad. Chow, (1995), Pope y Dockery (2006) citados por Salinas (2012) indican que las partículas se definen por su punto de corte según su diámetro aerodinámico como 2,5 o 10 Dm (p. 4). El diámetro aerodinámico se define como el diámetro de una esfera de unidad de densidad uniforme, que lograría la misma velocidad terminal que las partículas de interés (Bell y Samet, 2005).

Heinrich y Slama, (2007) citados por Salinas (2012) precisan que las fuentes antropogénicas primarias del MP son: la combustión de fósiles para la producción de energía, la calefacción doméstica, la industria metálica, los gases emitidos por los combustibles de los vehículos, el desgaste de los neumáticos, el polvo emitido por los frenos, y la re-suspensión de partículas sedimentadas. Las fuentes antropogénicas secundarias del MP son: gases reactivos como SO_2 , SO_3 , NO_x , NH_3 , gases orgánicos emitidos en la atmósfera y partículas que se forman por la coagulación, la condensación nuclear y las reacciones químicas (pp. 4-5).

El MP según su fuente, varía en composición, toxicidad y tamaño; pudiendo clasificarse en: a) Partículas gruesas principalmente derivadas de la suspensión de polvo, suelo, u otros materiales provenientes de caminos, de la agricultura, de minería, de tempestades, de volcanes, entre otros. Además este tipo de partículas a menudo son indicados como concentraciones de MP mayor que 2,5 Dm; b) Partículas finas que derivan de la emisión directa de procesos de combustión como el uso de gasolina o diésel en los vehículos, la quema de maderas, la quema de carbón y procesos industriales, como fábricas de papeles y aceros.

Pope y Dockery (2006) (Como se citó en Salinas, 2012) indican que este tipo de partículas también se producen por la transformación de productos, como las emisiones de partículas de SO_3 , así como del aerosol orgánico secundario de emisiones volátiles compuestas. El indicador más común de las partículas finas es el $\text{MP}_{2.5}$, consistente en partículas aerodinámicas con un diámetro igual o menor a 2,5 μm como punto de corte; c) Partículas ultra finas que son definidas por tener un diámetro aerodinámico menor a 0,1 μm . El ambiente aéreo urbano y el entorno industrial constantemente recibe emisiones de partículas ultra finas procedentes de las combustión como reacciones fotoquímicas atmosféricas, entre otras. Este tipo de partículas primarias tienen una vida muy corta (minutos u horas) y un rápido crecimiento, que forman un largo, complejo agregado, típicamente incorporado como parte del $\text{MP}_{2.5}$ (p. 5).

Dióxido de azufre (SO_2)

Según Kiely (1999), el dióxido de azufre es un gas denso, más pesado que el aire y muy soluble en agua, que constituye el principal contaminante derivado del azufre presente en los combustibles. Forma núcleos de condensación y por eso generan problemas de visibilidad en la atmósfera que corroen materiales y son producen la lluvia ácida. En el caso de las edificaciones la exposición dilatada conlleva a otros problemas que se suelen asociar a fenómenos conocidos como “típicos” en la ingeniería sin percatarse que podrían ser evitados o al menos disminuir su influencia en los daños que ocasione (p. 446).

Monóxido de Carbono (CO)

La Defensoría del Pueblo (2009) citado por Moreano y Palmisano (2012) señala que alrededor del 70% proviene de fuentes móviles pues prácticamente todo emana por la combustión incompleta de los vehículos a motor. La concentración de CO es un parámetro adecuado para el seguimiento de la contaminación primaria de origen vehicular, porque su determinación es comparativamente sencilla respecto a otros contaminantes atmosféricos. Además, se puede utilizar para establecer correlaciones con otros contaminantes primarios, en particular óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y material particulado. Este hecho es relevante para inferir la evolución horaria de material particulado en suspensión, cuya determinación sobre períodos cortos de tiempo es más dificultosa, y permitirá obtener indirectamente concentraciones de compuestos orgánicos volátiles, previo análisis de la composición de la flota vehicular y la distribución de vehículos por tipo de combustible. (p. 13).

Dióxido de Carbono (CO₂)

La Defensoría del Pueblo (2009) (como se citó en Moreano y Palmisan, 2012) también señala que el Dióxido de Carbono es conocido como el principal responsable del efecto invernadero, se produce por la combustión de carburantes fósiles y en la respiración de vegetales y animales. Es parte importante en procesos como la fotosíntesis y la respiración, así como a ayudar a mantener en la tierra una temperatura habitable siempre y cuando se estabilice en cantidades determinadas. Los productos fósiles referidos son el petróleo y carbón, que en conjunto con todas las actividades humanas llegan a ser un 22% de la actual concentración de CO₂ en la atmósfera. Esto

genera el gran cambio climático que se siente en el Perú y que ya es conocido como uno de los más vulnerables al cambio de clima global (pp. 13-14). Ver Tabla 2.

Tabla 2: Contaminantes, sus principales fuentes, efectos y directrices para la salud.

CONTAMINANTE	FUENTES PRINCIPALES	EFFECTOS	DIRECTRICES PARA LA SALUD (WHO 2002a)
Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape de vehículos motorizados; algunos procesos industriales.	Venenosos para humanos al ser inhalado. El CO reduce la capacidad de la sangre para llevar oxígeno y aumenta la presión del corazón y los pulmones.	10 µg/m ³ (10 ppm) sobre 8 horas; 30 mg/m ³ sobre 1 h (30.000 µg/m ³)
Dióxido de azufre (SO₂)	Contribución menor de fuentes móviles. Generadores de calor y de electricidad que usan petróleo o carbón con azufre, plantas de ácido sulfúrico.	Irritante para los humanos, el SO ₂ produce reacciones atmosféricas que contribuyen a la lluvia ácida.	20 µg/m ³ sobre 24 horas; 500 µg/m ³ sobre 10 min
Material particulado MP10	Suelo, espuma oceánica, quema de matorrales, quemas domésticas, vehículos motorizados, procesos industriales y polvo orgánico de material vegetal.	Contribuye a la bruma, aumenta el riesgo de cáncer, efectos en la mortalidad, agrava enfermedades respiratorias.	50 µg/m ³ sobre 24 horas; 20 µg/m ³ media anual.
Material particulado MP2,5			25 µg/m ³ sobre 24 horas; 10 µg/m ³ media anual
Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂)	Un efecto secundario de la combustión de altas temperaturas provocando cadenas de nitrógeno y oxígeno en los gases de escape de vehículos motorizados; generación de electricidad y calor; ácido nítrico; explosivos; plantas de fertilizantes.	Irritante, precursor de la formación de smog fotoquímico.	200 µg/m ³ sobre 1 hora para NO ₂ ; 40 µg/m ³ media anual
Oxidantes fotoquímicos (principalmente ozono [O₃])	Formados en la atmósfera por la reacción de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y luz solar.	Un irritante, los oxidantes fotoquímicos contribuyen a la bruma, daños materiales, agrava las enfermedades respiratorias.	100 µg/m ³ sobre 8 horas

Fuente: DIGESA (2005).

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria explica que el transporte y dispersión de contaminantes del aire están influenciados por variaciones de clima y las condiciones topográficas locales. Los principales factores del transporte y dispersión son el viento o movimiento horizontal y la estabilidad o movimiento vertical. La dispersión de contaminantes de una fuente depende de otro fenómeno conocido como turbulencia. Esta puede ser creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera. La velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área, mientras mayor sea, menor será la concentración. El viento se genera por las diferencias en la presión atmosférica. La presión es el peso de la atmósfera en un punto dado. La altura y temperatura de una columna de aire determinan el peso atmosférico. Debido a que el aire frío pesa más que el caliente, la masa de alta presión está constituida de aire frío y pesado. Por el contrario, una masa de baja presión de aire está formada por aire más caliente y liviano. Las diferencias de presión hacen que el aire se mueva de las áreas de alta presión a las de baja presión. La estabilidad de la atmósfera también afecta el transporte y dispersión de los contaminantes del aire. Esta se origina por condiciones atmosféricas inestables. Generalmente, durante el día el aire cerca de la superficie de la tierra es más caliente y liviano que el aire en la atmósfera superior debido a la absorción de la energía solar. El aire caliente y liviano de la superficie sube y se mezcla con el aire frío y pesado de la atmósfera superior que tiende a bajar. Este movimiento constante crea condiciones inestables y dispersa el aire contaminado. Cuando hay una ligera mezcla vertical o no hay mezcla, los contaminantes permanecen en la zona baja y tienden a aparecer en concentraciones mayores. (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia de Ambiente, 2005: VI)

Brimblecombe (2003) precisa que al considerar el ataque de contaminantes del aire, primero se debe considerar el proceso de transporte, las concentraciones y el tipo de contaminantes químicos. La longitud de tiempo que los contaminantes permanecen en la atmósfera, la distancia que recorren, y las concentraciones atmosféricas que alcancen dependerá de las condiciones meteorológicas y de los procesos de deposición. Los procesos para el transporte en la superficie de la atmósfera generalmente se consideran en dos grandes grupos – deposición seca y deposición húmeda. A la deposición seca se le define como la recaudación directa de especies gaseosas y particuladas sobre una superficie. Los procesos involucrados son complejos y se puede considerar en términos de la “velocidad de deposición” que es una combinación de la concentración atmosférica y la resistencia de la superficie a la deposición. Para la Deposición húmeda, se debe considerar la incorporación de contaminantes en las nubes (Rainout) que se liberan cuando hay una precipitación (Washout) o una combinación de ambos. Una vez más, este es un proceso complejo, que implica la intensidad de la lluvia, su origen y la exposición previa de la superficie. (p. 229).

Contaminación del aire por gases del parque automotor

Sbarato y Ortega (2007) (como se citó en Choy, 2014) señalan que los contaminantes del aire pueden ser primarios o secundarios. Un contaminante primario es aquél que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, como por ejemplo, la ceniza de la quema de residuos sólidos. Un contaminante secundario es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera. Un ejemplo es el ozono que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de los automóviles (p. 29).

Los contaminantes del aire también se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio:

Los contaminantes criterio son el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), Óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (PM) y ozono; éstos han sido estudiados extensivamente sobre sus fuentes de emisión, niveles en el ambiente y han sido identificados como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Además se han utilizado como indicadores durante varias décadas, estimando que, de estar dentro de valores aceptables, el resto de contaminantes no debería aparecer en exceso

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes, las más comunes son las emisiones evaporativas y las provenientes del tubo de escape.

Las emisiones causadas por la evaporación de combustible pueden ocurrir cuando el vehículo está estacionado y también cuando está en circulación; su magnitud depende de las características del vehículo, factores geográficos y meteorológicos, como la altura y la temperatura ambiente y, principalmente, de la presión de vapor del combustible. Algunas de ellas son las siguientes:

Emisiones evaporativas del motor caliente: Son aquellas que se presentan debido a la volatilización del combustible en el sistema de alimentación, después de que el motor se ha apagado. El calor residual del motor volatiliza el combustible.

Emisiones evaporativas de operación: Son las emisiones ocasionadas por las fugas de combustible, como líquido o vapor, que se presentan mientras el motor está en funcionamiento.

Emisiones evaporativas durante la recarga de combustible: Son las emisiones evaporativas desplazadas del tanque de combustible del vehículo durante la recarga. Pueden ocurrir mientras el vehículo está en reposo y en puntos conocidos, como las gasolineras. La recarga de combustible se maneja típicamente como fuente de área.

Emisiones diurnas: Son las emisiones del tanque de combustible del vehículo debidas a una mayor temperatura del combustible y a la presión de vapor del mismo. Se deben al incremento de la temperatura ambiente ocasionado por el sistema de escape del vehículo, o por el calor reflejado en la superficie del camino.

Emisiones evaporativas en reposo: Son emisiones evaporativas diferentes a las anteriores, que se presentan cuando el motor no está en funcionamiento. Las pérdidas en reposo se deben principalmente a fugas de combustible y de la permeabilidad, o fugas de los conductos de combustible.

La Secretaría General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007) señala que las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible (ya sea gasolina, diésel u otro como Gas licuado de petróleo o biocombustibles) y comprenden a varios contaminantes como: el monóxido y dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y las partículas. Además, ciertos contaminantes presentes en el

combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo se liberan al ambiente a través del proceso de combustión. Estas emisiones del tubo de escape dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones. El estado de mantenimiento del vehículo y los factores operativos, tanto como la velocidad de circulación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones (paradas y arranques) y las características del combustible (como su contenido de azufre) juegan un papel determinante en las emisiones por el escape (pp. 20-22).

La contaminación vehicular se distingue de otras fuentes de contaminación en que las emisiones de contaminantes se liberan en la inmediata cercanía de las personas expuestas. Las áreas urbanas y sus alrededores son más seriamente afectadas por la contaminación vehicular, con impactos en la salud humana, en la visibilidad, y daños ambientales y sobre diferentes materiales. Además de los impactos locales, el transporte es una de las fuentes más importantes y crecientes de gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global. Los principales contaminantes son: El Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Ozono, Dióxido de Azufre, Material Particulado (PM_{2.5} y PM₁₀).

La contaminación del aire urbano, generada en un 90 por ciento por los vehículos automotores, provoca la muerte de un estimado de 800,000 personas cada año (p. 2).

En efecto, una fuente importante de contaminación está constituida por el sector automotor y esta contaminación está ligada a múltiples factores tales como el

tamaño el parque automotor, su antigüedad, carencia de infraestructura adecuada, precio y calidad de los combustibles, mantenimiento de la flota, deficiencias en transporte público y deficiencia de instrumentos tributarios y de control. Los problemas ligados al transporte en las grandes ciudades, tales como el congestionamiento vial, generan altas concentraciones de CO, SO₂ y partículas.

Entre las causas que agudizan la contaminación por emisiones vehiculares son:

Calidad del combustible

Para el Ministerio de Energía y Minas (2005), la calidad del combustible está referida al mayor o menor grado de contaminación del aire que generan los diferentes tipos de combustibles. Ver Tabla 3.

Tabla 3: Tipos de Combustible que actualmente se consumen en Lima

GNV (Gas Natural Vehicular)
GLP (Gas Licuado de Petróleo)
Gasolina
92.2% Gasolina + 7.8% alcohol carburante
Diesel B5 S-50
95% Diesel 2 con 50 ppm de Azufre + 5% biodiesel (B100)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (Decreto Supremo N° 013-2005-EM)

Con respecto al diésel, el cual es el combustible más utilizado por el transporte público, se puede apreciar la reducción de la cantidad de azufre en nuestro país comparado con otros países. Sin embargo, cabe mencionar que el diésel 5 S-50 solo se comercializa en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios y la provincia constitucional del Callao.

La congestión vehicular

La congestión vehicular provoca los siguientes costos: pérdida de horas-hombre por el aumento del tiempo de viaje; uso ineficiente de combustibles; pérdidas por muertes prematuras, gastos hospitalarios y de salud; pérdida de días laborables por enfermedades atribuibles a la contaminación; pérdida de bienestar y calidad de vida; mayores costos de mantenimiento o pérdida del patrimonio monumental de la ciudad; desvalorización de la propiedad inmueble pública y privada a causa de la contaminación del aire y el ruido, entre otros.

Parque automotor obsoleto

Los vehículos antiguos emiten más contaminantes que los vehículos nuevos. El parque automotor está compuesto por una gran cantidad de vehículos con tecnología “antigua de control de emisiones y estos a la vez son operados con un sistema de inspección y mantenimiento inadecuado. De acuerdo con el Plan Integral de Saneamiento Atmosférico (PISA), las unidades vehiculares son responsables de aproximadamente el 90% de la contaminación del aire, mientras que el 10% restante se explica por las fuentes estacionarias (PISA, 2002). El parque automotor puede agravar los problemas en el futuro debido a que este sector en Lima Metropolitana crece, en promedio, 7% cada año. Además, el mantenimiento de los vehículos no es el adecuado y hacen falta las revisiones técnicas.

Contaminación del aire por smog producido por las fábricas

El Smog viene de las palabras inglesas “smoke” (humo) y “fog” (niebla), y se entiende que hay smog cuando el humo se incorpora en la niebla. Por lo que se

denomina smog a la contaminación del aire, principalmente en áreas urbanas, por ozono originado por reacciones fotoquímicas, y otros compuestos (Baird, 2001).

En grandes ciudades como México D.F, Nueva York, Santiago de Chile y Lima, se puede observar una nube gris en el cielo que cubre generalmente toda la ciudad, a esta nube se le llama "smog" y se forma por la acumulación de agentes contaminantes en la atmósfera. Entre estos agentes contaminantes están: El Monóxido de Carbono, el Óxido de Azufre y el Carbón que en general se presentan inicialmente como polvo negro que se forma por la quema incompleta de la gasolina y otros productos derivados del petróleo. (Vizcarra De la Cruz, Guzmán e Hilario, 2006)

Para Gallo (2017) el material particulado es el contaminante que afecta en mayor proporción a un gran número de individuos, más que cualquier otro contaminante. Sus consecuencias en la salud se generan por el grado de exposición. La exposición permanente al material particulado incrementa el riesgo de generar dolencias cardiovasculares y respiratorias y de cáncer de pulmón. Dependiendo del tamaño del material particulado, los efectos en la salud serán mayores. Las más peligrosas son las partículas de 10 micras de diámetro o menos, toda vez que, ingresan directamente a los pulmones por la garganta y nariz; ingresando incluso al torrente sanguíneo. También puede afectar el corazón y los pulmones. Este material particulado se dividen en dos grupos: Partículas inhalables gruesas que se generan en la industria que producen polvo, estas son mayores a 2.5 micras y más pequeñas que 10 micras de diámetro; y, las Partículas finas, se ubican en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Se generan en los incendios forestales, o se forman con

los gases producidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los vehículos al reaccionar en el aire. Estas partículas finas llegan fácilmente a los pulmones, donde se acumulan y pueden ser eliminadas o absorbidas por el cuerpo (p. 14).

Smog Fotoquímico: Son las reacciones fotoquímicas que se producen cuando la mezcla de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos volátiles reaccionan inducidos por la luz solar, en un complejo sistema de reacciones que forma ozono por lo que en el ozono se forma una molécula que sigue reaccionando con otros contaminantes presentes en el aire (Cisniega, 2002, p. 1)

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2016) señaló que una de las principales fuentes de contaminación relacionada a las personas es la combustión. Ésta presente en diferentes actividades que el individuo realiza, de forma directa: al prender un fósforo o el motor de un automóvil, al utilizar el calefactor o la cocina a gas, entre otros. De manera indirecta: al encender los focos de luz, prender un equipo electrónico o al transportarte en un automóvil. En consecuencia, la contaminación atmosférica produce riesgos y genera problemas a la salud de los individuos, plantas y animales. También trae consecuencias en los ecosistemas y transforma algunas dinámicas de su funcionamiento. Tenemos por ejemplo, la producción de lluvia ácida, el agotamiento de la capa de ozono y la generación de smog fotoquímico. Además contribuye al cambio climático aportando gases de efecto invernadero a la atmósfera. El conjunto de estos elementos afecta la calidad de vida de la comunidad, principalmente niños y ancianos que residen en zonas urbanas (p. 39).

Según Lee (2015) los elevados niveles de contaminación del aire pueden producir exacerbaciones en individuos con asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Las enfermedades pulmonares asociadas con la contaminación del aire incrementan el riesgo de problemas en el corazón y vasos sanguíneos. Los individuos que residen en zonas donde circulan grandes cantidades de vehículos son más propensos a estas enfermedades. Gran parte de las partículas atmosféricas contaminantes generan que los músculos de las vías respiratorias se contraigan, estrechando estas vías. Entre la población en general, son los niños y ancianos los propensos, puesto que su exposición a largo plazo puede aumentar las infecciones respiratorias y sus síntomas como la tos y la dificultad para respirar, disminuyendo la función pulmonar.

Los niveles de contaminantes en el aire difieren dependiendo de la ubicación y las condiciones del ambiente. El monóxido de carbono se incrementa en los períodos en que existen muchos sujetos transitando en vehículos hacia él, o desde el trabajo. El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite conocer la intensidad de la contaminación del aire en un determinado momento. Los individuos, particularmente los que padecen trastornos cardíacos o pulmonares, pueden recurrir el Índice de Calidad del Aire para asumir decisiones respecto a sus actividades al aire libre, en los días cuando los niveles de contaminación son elevados.

Contaminación del aire por residuos sólidos

Para el Organismo de Evaluación y Fiscalización ambiental (OEFA) del Ministerio del Ambiente de nuestro país, los residuos sólidos Los residuos sólidos son

sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos. Suele considerarse que carecen de valor económico, y se les conoce coloquialmente como “basura”. Es importante señalar que la ley también considera dentro de esta categoría a los materiales semisólidos (como el lodo, el barro, la sanguaza, entre otros) y los generados por eventos naturales tales como precipitaciones, derrumbes, entre otros. (OEFA, 2014).

Según la Ley N° 27314 de los residuos sólidos en el Perú promulgado el 10 de julio del 2000, son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido desechados por su generador en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o por los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Se manejan a través de un sistema que incluye las siguientes operaciones: minimización, segregación, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final (Congreso de la República, 2000).

Asimismo, la citada Ley en el artículo define los residuos sólidos peligrosos como aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

2.1.2 La Salud

2.1.2.1 *Relación de la contaminación del aire externo y la salud*

Según Davies, Rusnak y Devalía (1998) (como se citó en Correia-Deur, 2007) muchos estudios experimentales y epidemiológicos proporcionan evidencia de que la exposición a los contaminantes del aire puede exacerbar los síntomas de asma y rinitis y, probablemente, contribuye al aumento de estas enfermedades en todo el mundo (p. 24). Boubel, Fox, Turner y Stem (1994) (como se citó en Correia-Deur, 2007) afirman que la concentración y naturaleza de los contaminantes varía entre diversas áreas en el mundo, y es principalmente resultado de la combustión incompleta de combustibles fósiles de los vehículos motorizados, industrias y centrales eléctricas. Cuando un contaminante es emitido directamente desde su fuente, se llama contaminante primario, mientras que el que se forma en la atmósfera por reacciones químicas se le conoce como contaminante secundario. (p. 24).

D'Amato (2000) (como se citó en Correia-Deur, 2007) precisa que los contaminantes más relacionados a las enfermedades alérgicas de la vía aérea son los primarios: dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), plomo (Pb), el ozono (O_3) como secundario y el material particulado suspendido, el dióxido de nitrógeno (NO_2) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) como primarios y secundarios. (p. 24).

Por su parte Hoek y Brunekreef (1994) precisan que la exposición a contaminación del aire externo, principalmente PM_{10} , NO_2 , y O_3 ha sido asociada

con un aumento en los síntomas respiratorios; según Peter, et al (1996) la disminución de la función pulmonar es asociada con asmáticos; aumento de uso de broncodilatadores (Gielen et al. 1997); aumento de visitas a urgencia (Jones et al. 1995) y hospitalizaciones (Pönkä 1991).

Por otro lado, se ha informado que la reducción de contaminación del aire reduce la morbilidad por asma. El cierre de una fábrica de acero debido a una huelga en Utah Valley fue asociado con una reducción en las hospitalizaciones por asma y neumonía durante el tiempo en que la fábrica estuvo cerrada (Pope CA III 1989; Pope CA III 1991). En Atlanta, durante los Juegos Olímpicos, se produjo una disminución de las visitas al servicio de urgencia por asma como resultado de una reducción en el tráfico (Friedman et al. 2001; Frye et al. 2003) informan un aumento de la función pulmonar con la disminución de los niveles de contaminación del aire en los niños de Alemania Oriental.

2.1.2.2 Consecuencias de la contaminación del aire en la salud

Entre algunas de las consecuencias que genera la contaminación del aire se citarán las más relevantes para éste estudio: La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles. (CEPIS, 2005).

Existe evidencia de que las partículas NO_2 y O_3 pueden reducir la depuración mucociliar y acrecentar la permeabilidad de las células epiteliales de la vía aérea, promoviendo así la retención de alérgeno y facilitando el acceso de alérgenos al sistema inmune (Devalia et al. 1998; Ponsonby et al. 2001; D'Amato et al. 2002). Se ha demostrado que el ozono, NO_2 , y PM (incluyendo las partículas de escape de diesel) inducen respuestas inflamatorias agudas en la vía aérea e intensifican las respuestas de fase inmediata y tardía a los alérgenos comunes (Jorres et al. 1996; Heinrich y Wichmann 2004; Peden 2005).

El lavado broncopulmonar (BAL) de ratas expuestas a O_3 y partículas exhibió daño epitelial, infiltración neurofílica y la presencia de macrófagos (Bouthillier et al. 1998). También se ha informado una disminución de TNF α y IL-1 después de la exposición a las DEP (Castranova et al. 2001). Los análisis de BAL humano después de la exposición experimental a las partículas, NO_2 y O_3 mostraron una inducción de inflamación neutrofílica (Blomberg et al 1999; Ghio et al. 2000; Bayram et al. 2001; Glück et al 2003; Riechelmann et al. 2004) informan hiperplasia de las células goblet y leucocitos de la mucosa nasal después de una exposición crónica a las DEP (partículas del escape del diesel). Se han detectado productos de oxidación específicos del ozono en fluido BAL después de la exposición a O_3 , indicando que el ozono reacciona con los componentes del fluido del revestimiento epitelial del pulmón (Kelly et al. 1995). Los mecanismos por los cuales la contaminación del aire puede intensificar la enfermedad alérgica de la vía aérea no son plenamente comprendidos.

Las partículas, especialmente las DEPs, pueden actuar como un transportador para los alérgenos aumentando la dosis que llega al pulmón (Knox et al. 1997; Wong y Lai 2004). Las DEPs pueden inducir la formación total de IgE así como aumentos en IL-4, IL-5, y niveles de factor estimulante de colonia granulocito-macrófago (GM-CSF) (Takano et al 1997; Nel et al 1998; Muranaka et al 1986; Miyabara et al 1998), y un aumento en la hipersensibilidad Ig Emediada (Takenaka et al. 1995; Diaz-Sanchez et al. 1997). Se ha demostrado que las partículas ultrafinas inducen estrés oxidativo (Stone et al. 1998), aumentan la activación y traslocación nuclear del factor nuclear del factor de transcripción kB (NF-kB) (Quay et al 1998, Kennedy et al 1998), estimulando así la producción de moléculas proinflamatorias tales como TNFa y la citocina interleucina8 (IL-8) (Rahman and MacNee 1998; Drumm et al. 1999).

La exposición al O₃ y NO₂ aumenta los niveles de IL-6, IL-8, GMCSF, fibronectina, y aumenta la manifestación de la molécula de adhesión endotelial vascular ICAM-1 in BAL (Armitage y Turner 1970; Devlin et al. 1991; Aris et al. 1993, Devalia et al. 1993; Devlin et al. 1994; Balmes et al. 1997). Se ha informado un aumento de albúmina, IgG y a1-antitripsina en el fluido de revestimiento epitelial después de exposición a O₃, indicando una mayor permeabilidad vascular (Koren et al. 1989). Además, tanto NF-kB como la proteína activadora 1 (AP-1), aumentan en respuesta a la exposición al ozono en células epiteliales respiratorias (Jaspers et al. 1997). Las reacciones del fluido de revestimiento epitelial y el O₃ producen aldehídos, peróxido de hidrógeno y radicales orgánicos (Krishna et al. 1998).

En resumen, para Correia Deur (2007) estudios de laboratorio muestran que las DEPs, NO₂ y O₃ pueden intensificar la respuesta de las vías aéreas a los alérgenos inhalados; de esta manera, se necesitaría una cantidad menor de alérgenos para desencadenar una reacción alérgica. Ellos son también compuestos oxidantes altamente reactivos. Sus reacciones con células y fluido de revestimiento epitelial puede llevar a la síntesis de mediadores pro-inflamatorios, tales como citocinas y GM-CSF, y moléculas de adhesión, que se traducirán en la inflamación e hiperreactividad de la enfermedad alérgica de la vía aérea (p. 25).

Según Muñoz y Sá Carvalho, (2009) los efectos de la contaminación atmosférica en la población poseen tres características fundamentales: el efecto de una exposición puede tardar tiempo en aparecer o ser detectado, el comportamiento del efecto de la exposición puede ser no-lineal, y la magnitud del efecto puede variar según la localidad geográfica (p. 530).

Para Salinas (2012) la ruta primaria de exposición es el sistema respiratorio, el cual tiene mecanismos de defensa para impedir que las partículas, bacterias, virus y gases ingresen a la mucosa de la vía aérea. La cantidad de aire que debe filtrar el pulmón es enorme y el mecanismo de limpieza de las vías aéreas podría llegar a saturarse cuando las personas viven en ambientes contaminados (p. 7); asimismo, agrega que, esta situación no solo puede ser nociva para el pulmón, sino también aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y puede producir alteraciones y diversos danos en gran parte del organismo (Boushey, Sheppard y Tager, 1994; Oyarzun, 2006; Richard y Brooks, 1995).

La Sociedad Americana del Tórax define los efectos adversos sobre la salud respiratoria como cambios fisiológicos o patológicos, evidenciados por uno o más de los siguientes puntos: a) interferencia en la actividad normal de las personas afectadas, b) enfermedad respiratoria episódica, c) enfermedad incapacitante, d) daño respiratorio, y/o difusión respiratoria progresiva (Bello, 1988; Bello & Oyarzún, 1991)

2.1.3 Otros aspectos teóricos relevantes

Necesidad teórica de contar con Índices de Calidad del Aire (ICA)

Según Brimblecombe (2003), en la década del 1970 el Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza fomentó una serie de programas de cooperación internacional. Entre ellos, figura el Programa Internacional de Cooperación para los Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre los Materiales, éste dio lugar a una larga serie de estudios a petición de la Comisión Económica de Europa. Posteriormente, se identificó que uno de los fenómenos que más llama la atención es el constante aumento de los efectos contaminantes debido a la lluvia ácida, que se dio a conocer entre los años 1970 y 1980. Otra anomalía se debe a la deposición de dióxido de azufre, que ha sido acumulada durante siglos (Brimblecombe ,2003). Cabe mencionar también que en en el citado año d 1970 se fundó una entidad relacionada a todos éstos temas llamada Environmental Protection Agency o EPA. Según esta entidad, el ICA se obtiene como resultado de aplicar una función de transformación a los datos de niveles de concentración de contaminantes atmosféricos medidos en una determinada zona. Dicho índice es un valor o un número que indica posibles efectos de la contaminación atmosférica en las actividades que realiza el hombre. Hasta el momento los ICA elaborados están referidos a los problemas que

podrían ocasionar en la salud del hombre, sin embargo, conociendo sus principales características y objetivos se podrían elaborar ICA para distintos fines.

Al igual que la tabla 8, los ICA deben entenderse de manera sencilla y a su vez deben proporcionar información clara para cualquier persona.

En resumen los ICA se consideran indicadores globales orientativos de la calidad del aire enfocados al público en general, en un momento determinado o día y en una estación de monitoreo concreta.

Consiste en un valor adimensional calculado a partir de los valores registrados en las estaciones de medida y se estima teniendo en cuenta los valores límites establecidos y los efectos nocivos de varios contaminantes, en éste caso citamos los siguientes: a) dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), partículas en suspensión menores a 10 micras (PM_{10}).

Para cada uno de estos contaminantes se establece un índice parcial, de forma que el peor valor de los cuatro definirá el índice global y, por lo tanto, la calidad del aire. Ver Tabla 4.

Tabla 4: Índice de calidad del aire de la ICA

PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	Valores del índice
24 Horas	8 Horas	24 Horas	1 Hora	
0 – 54	0 - 4.4	0 - 34		0 - 50
55 – 154	4.5 - 9.4	35 - 144		51 - 100
155 – 254	9.5 - 12.4	145 - 224		101 - 150
255 – 354	12.5 - 15.4	225 - 304		151 - 200
355 – 424	15.5 - 30.4	305 - 604	650 - 1240	201 - 300
425 – 504	30.5 - 40.4	605 - 804	1250 - 1640	301 - 400
505 – 604	40.5 - 50.4	805 - 1004	1650 - 2040	401 - 500

Fuente: Environmental Protection Agency En: www.epa.gob

El valor del índice estará comprendido entre 0 y 500, de modo que cuanto mayor sea el índice, peor será la calidad del aire. El valor del índice 0 corresponderá a una concentración nula de contaminante, y el valor 100 estará asociado al valor límite fijado, a partir del cual habría que informar a la población por protección.

Necesidad práctica de contar con índices de calidad

El deterioro de la calidad del aire puede en muchos casos percibirse con facilidad, especialmente en las grandes ciudades donde viven millones de personas, al disminuir la visibilidad del paisaje o causar irritación de los ojos, garganta, etc. La calidad del aire local, afecta la vida diaria. Sin embargo, más allá de ver el aire limpio o no, es necesario evaluar de manera cuantitativa su calidad, mediante la medición de la concentración de los contaminantes que se presentan.

Base legal

En cuanto a los protocolos internacionales, el Perú está suscrito al Convenio de Viena y al Convenio de Montreal, ambos vinculados con el cuidado de la capa de

ozono; así como al Protocolo de Kioto, el cual busca disminuir entre los años 2008 y 2012 las emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y gases fluorados.

El Estado peruano ha promulgado una serie de normas que apuntan a preservar la calidad del aire, como por ejemplo los decretos supremos referidos al Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire o a los Estándares Nacionales para la Calidad Ambiental del Aire.

Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM del 3 de junio del 2017, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. Los ECA para el Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios (Ministerio del Ambiente, 2017).

Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, modificada por el Decreto Legislativo N° 1065

Ley establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004-PCM.

El presente dispositivo, reglamenta la Ley de Residuos Sólidos a fin de asegurar que su gestión y manejo sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, además de proteger y de promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar del ser humano.

Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades

Aprobada por el Congreso de la República el 27 de Marzo del 2003. El artículo 80° precisa que las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud ejercen las funciones de regular y controlar el proceso. De acuerdo a Ley de residuos sólidos, establece que las municipalidades son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que genere residuos similares en todo el ambiente de su jurisdicción.

Ley N° 28611 Ley General del Ambiente

Aprobada por el Congreso de la República el 13 de Octubre del 2005, señala en el Art. 67° acerca de saneamiento básico: las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local priorizan medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, la reutilización de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de

tarifas adecuadas y consistentes con el costo de dichos' servicios, su administración y mejoramiento.

Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores

Establece el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país, en el marco de los objetivos y principios de la Ley núm. 27314, Ley General de Residuos Sólidos, y la Ley núm. 28611, Ley General del Ambiente.

Reglamento de la Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM

El objetivo del presente Reglamento es regular lo establecido en la Ley N° 29419, que a la vez regula la Actividad de los Recicladores, a fin de coadyuvar a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje.

Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM

Establece un conjunto de derechos y obligaciones para la adecuada gestión y manejo ambiental de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a través de las diferentes etapas de manejo: generación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, reaprovechamiento y disposición final, involucrando a

los diferentes actores en el manejo responsable, a fin de prevenir, controlar, mitigar y evitar daños a la salud de las personas y al ambiente.

Ley N° 28256 - Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

Regula las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA

El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, del 24.06.01, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, donde se establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito. D.S. N° 069-2003-PCM Establecen Valor Anual de Concentración de Plomo en concordancia R.M. N° 055-PRODUCE. D.S. 003-2008-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire. D.S. N° 047-2001-MTC. 31/10/2001, Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial Esta disposición ha establecido en el ámbito nacional, los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de emisiones contaminantes para vehículos automotores nuevos a ser importados o ensamblados en el país, y vehículos automotores usados a ser importados.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de la investigación

Investigación de tipo aplicada; pues, la intención es solucionar un problema; radica en identificar cuáles son los contaminantes que se relacionan con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

La investigación se encuentra en el nivel descriptivo-explicativo; toda vez que se describe la relación entre la variable contaminación del aire y la variable salud; es decir, se determina la relación inversa entre ambas variables; a mayor contaminación del aire menor será la salud de los pobladores (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El diseño de la investigación es, no experimental; por cuanto, no se manipulan variables; es decir, no se ha realizado cambios deliberados en el aire, tampoco en la salud de las personas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, 154). En este diseño se han observado los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos; asimismo, es de corte transversal, porque la recolección de datos se realizó en un solo momento. Su propósito fue describir las variables y analizar su relación en un momento dado (p. 155).

3.2 **Ámbito temporal y espacial**

La investigación quedó delimitada **temporalmente** durante el trabajo de campo que se realizó del 1 al 31 de Agosto del 2018; **espacialmente** en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo; mientras que, **conceptualmente** quedó delimitado por el concepto de las variables contaminación del aire por gases del parque automotor, smog de fábricas y residuos sólidos; y, la Salud de los pobladores del Sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.

3.3 **Variables**

Tabla 5: Variables e indicadores

VARIABLE	INDICADORES
Contaminación del Aire (Variable X)	Medición del CO ₂
	Medición del SO ₂
	Medición del MP ₁₀
	Medición del MP _{2.5}
Salud (Variable Y)	Enfermedades respiratorias
	Dermatológicas
	Diarreicas
	Otros
Variables intervinientes (V.I)	
Temperatura (V.I)	
Humedad relativa (V.I)	
Viento del aire (V.I)	

Fuente: Elaboración propia

Como **Variable “X”** tenemos a la Contaminación del aire y como **Variable “Y”** a la salud; Asimismo, las variables intervinientes fundamentalmente en este proceso de investigación lo constituye la temperatura, la humedad relativa y el viento del aire. Ver Tabla 5.

Los indicadores concretos están dados por las mediciones del (CO) (SO_2), (PM_{10}) y ($PM_{2.5}$) a través de la Estación del SENHAMI ubicado en Villa María del Triunfo; mientras que la segunda variable Salud de los pobladores de Nueva Esperanza, está dado por el número de pacientes atendidos por enfermedades respiratorias, dermatología, diarreicas, durante el mes de Agosto del presente año.

3.4 Población y muestra

Como población se tiene a todos los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo que, de acuerdo al Plan de Desarrollo Local Concertado (PDLC) 2017-2021 de la Municipalidad del citado distrito, para el año 2015 es igual a 70,682; existiendo la proyección para el año 2018 del INEI igual a 73,815 habitantes, conjunto poblacional que se encuentra propenso a la adquisición de cualquier enfermedad derivada de la contaminación del aire. En consecuencia, la muestra corresponde a los pobladores de los diferentes años de vida, varones y mujeres que han sido atendidos por los centros de salud del sector de Nueva Esperanza igual a 2,515 habitantes, con enfermedades derivadas de la contaminación del aire.

3.5 Instrumentos

Respecto al instrumento de monitoreo y captación de muestras de aire en la unidad de Observación, se ha contado con un equipo de monitoreo de la calidad del aire del SENAMHI ubicado en Villa María del Triunfo; que monitorean de una manera constante los contaminantes: material particulado (PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono superficial (O_3); y cuenta con una estación

meteorológica que mide presión, humedad relativa, radiación ultravioleta y temperatura del aire. La Estación de monitoreo del SENHAMI está ubicada la Avenida 26 de Noviembre s/n Sector de Nueva esperanza del distrito de Villa Mará del Triunfo, Departamento y Provincia de Lima; a una Latitud 8654306, Longitud 291077, Altitud a 292 msn. Las características de estos instrumentos (equipos) son las que aparecen en la tabla 6:

Tabla 6: Instrumentos de medición de la calidad del aire

Parámetros	Instrumento	Principio de funcionamiento
PM ₁₀ y PM _{2.5}	GRIMM Aerosol Technik modelo 180	Dispersión de Luz de partículas individuales, Volumen de detección aerodinámicamente
SO ₂	Thermo 43i	Fluorescencia UV
CO	ANALIZER T300	Comparación con valores de referencia

Fuente: SENAMHI (2018)

Respecto al **primer instrumento, la marca es Grimm Aerosol**, modelo 180, entre sus componentes tiene una muestra de entrada de aire, bomba de aire de muestra, fuente de luz, haz óptico, trampa de luz, óptica de detección, detector, procesamiento de la señal y procesamiento de datos; como principal función de reproductibilidad cuenta con un caudal constante generando una señal, un volumen óptico bien definido, elimina el ruido de la señal, apertura conocida / hacia atrás, hacia adelante, con enfoque aerodinámico o óptico de 90°, dispersión de luz / foto diodo, multiplicador, procesamiento rápido de cuentas y clasificación precisa del tamaño.

El segundo instrumento es el Analizador de SO₂, de la marca Thermo Scientific, modelo 43i, entre sus características principales se tiene que es un equipo de alta sensibilidad y rápido tiempo de respuesta, linealidad en todos los rangos, bomba

de muestra interna, insensible a los cambios de caudal y temperatura ambiente. Mide el SO₂ en aire ambiente hasta 100 ppm con el analizador Thermo Scientific™ Modelo 43i SO₂, el primer analizador de gases que utiliza tecnología de fluorescencia pulsada para medir SO₂. Los filtros reflectantes de paso de banda están menos sujetos a la degradación fotoquímica y son más selectivos en el aislamiento de la longitud de onda, lo que resulta en un aumento de la especificidad de detección y en la estabilidad a largo plazo.

El tercer instrumento es el Analyzer, modelo T300, entre sus características cuenta con una Rueda de correlación de filtro de gas, una fuente de luz Infra rojo (IR) de alta energía pasa alternativamente a través de una cámara llena de CO y una cámara sin presencia de CO. La trayectoria de la luz luego viaja a través de la celda de muestra, que tiene una trayectoria plegada de 14 metros. La pérdida de energía a través de la celda de muestra se compara con la señal de referencia de intervalo proporcionada por la rueda de filtro para producir una señal proporcional a la concentración, con poco efecto de los gases que interfieren dentro de la muestra. Este diseño produce una excelente estabilidad de amplitud y cero y una alta relación señal / ruido, permitiendo una sensibilidad extrema. Se ha utilizado para medir los rangos bajos de monóxido de carbono comparando la energía infrarroja absorbida por una muestra con la absorbida por un gas de referencia de acuerdo con la ley de Beer-Lambert.

Como técnicas se ha utilizado a la Observación, análisis de contenido cuantitativo y la entrevista.

La observación, constituye una técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 252); en nuestro contexto, se ha observado empíricamente el smog producido por el parque automotor y las fabricas existentes en Villa María del Triunfo, especialmente el humo que produce la cementera UNACEM; así como los cúmulos de basura en las diferentes arterias y avenidas que comprende este distrito.

Asimismo, se ha utilizado la técnica del análisis de contenido cuantitativo; por cuanto la información recogida de la Estación de Monitoreo del SENHAMI ubicado en Villa María del triunfo; ha sido sometida a un procesamiento estadístico y clasificado en categorías que nos han permitido comparar con los estándares nacionales e internacionales. Es una técnica para estudiar cualquier información objetiva y sistemática, que se categoriza para compararlas con patrones establecidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 251).

La entrevista es una técnica que se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). En el último caso podría ser tal vez una pareja o un grupo pequeño como una familia (claro está, que se puede entrevistar a cada miembro del grupo individualmente o en conjunto; esto sin intentar llevar a cabo una dinámica grupal, lo que sería un grupo de enfoque) (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 403).

3.6 Procedimientos

En cuanto a los instrumentos utilizados, para la observación ha sido la ficha de registro de observación, para el análisis de contenido cuantitativo la ficha de registro de análisis de contenido; para la entrevista la guía de entrevista.

Asimismo, para la comparación de las sustancias contaminantes posibles del aire, se ha utilizado la clasificación basada en los valores establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y los Niveles de Alerta Nacional de Contaminantes del Aire. Expresados en un ICA. Los ICA son una herramienta muy simple que explica la calidad del aire en cada distrito monitoreado.

Para establecer la categoría global de cada estación se utiliza el índice más elevado de los contaminantes monitoreados; el dióxido de nitrógeno y el ozono no presentan índices en las dos últimas categorías debido a que la legislación vigente no lo establece. El Índice de la calidad del Aire (ICA) se categoriza como bueno, moderado, malo, muy malo y alerta máxima; su relación con la salud humana de acuerdo a la categoría del estado de la calidad del aire y las acciones preventivas, son descritos en la Tabla 7.

Tabla 7: Clasificación de los estados de la calidad del aire según el MINAM (2018)

Estado de la calidad del aire	ICA	Efectos en la salud	Acciones preventivas
Bueno	0 – 50	No hay riesgos en la salud	
Moderado	51 – 100	Las personas de los grupos sensibles pueden presentar síntomas como tos y cansancio.	
Malo	101 – 200	La población puede padecer síntomas como tos seca, ojos cansados, ardor en la nariz y garganta.	Reducir el esfuerzo físico y el trabajo pesado al aire libre
Muy Malo	201 – 300	Toda la población puede presentar agravamiento de los síntomas como tos seca, ojos cansados, ardor en la nariz y garganta.	Evitar cualquier esfuerzo físico al aire libre
Alerta máxima	301 – 500	Toda la población puede padecer riesgos graves y manifestaciones de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Aumento de las muertes prematuras en personas de los grupos más sensibles.	Evitar cualquier actividad al aire libre

Fuente: MINAM (2018)

Con relación al Índice de Calidad del Aire (AQI, por sus siglas en inglés) es una herramienta usada por la EPA (Environmental Protection Agency Of USA) y otras agencias para proveerle al público información clara, directa y rápida para que puedan comprender sobre la calidad del aire y tomen las medidas para que no afecte. Cuando el ICA se representa con los colores verde y amarillo (valores del ICA menores de 99), la calidad del aire se considera satisfactoria para la mayoría de la población. Valores por encima de 100 (naranja, rojo) son considerados como perjudiciales a la salud humana, sobre todo a grupos sensibles de la población; y los colores púrpura y marrón corresponden a valores del ICA por encima de 200, los cuales producen el aumento de la frecuencia y gravedad de efectos adversos en grupos de alta susceptibilidad y en la población en general.

En la tabla 8 se aprecia la escala visual del ICA. Para la aplicación de la escala de colores se tomaron como referencia los índices utilizados por los ECA en el 2010.

Tabla 8: Escala visual del ICA

Niveles de calidad del aire y su impacto en la salud	Valores del índice	¿Qué medidas deben tomar las personas?
Bueno	0 - 50	La calidad del aire es satisfactoria y la polución del aire es baja no riesgo
Moderado	51 - 100	La calidad del aire es aceptable, sin embargo para un grupo sensitivo de la población, podrían verse ligeramente afectados por la contaminación.
Dañino para la salud de los grupos sensitivos	101 - 150	Grupos sensitivos: Reduzcan o pospongan actividades vigorosas al aire libre cuando se detecta la presencia de los siguientes contaminantes: Contaminación por partículas: Personas con enfermedades cardiacas o pulmonares (Incluyendo los diabéticos) adultos de edad avanzada y niños. Monóxido de Carbono: Personas con enfermedades cardiacas y posiblemente fetos e infantes.
Dañino para la salud	151 - 200	Todos: Reduzcan o pospongan actividades vigorosas al aire libre. Grupos sensitivos: Eviten todas las actividades físicas al aire libre.
Muy dañino para la salud	201 - 300	Todos: Reduzcan considerablemente las actividades físicas al aire libre. Grupos sensitivos: Eviten todas las actividades físicas al aire libre.
Crítica o peligroso para la salud	301 a más	Condición de emergencia la salud peligra, toda la población será afectada

Fuente: Air Quality Index En: www.airnow.gov

Asimismo, se presentan los valores del índice de la Calidad el Aire a nivel nacional establecidos por Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM del 3 de junio del 2017, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. Los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios (Ministerio del Ambiente, 2017). Ver Tabla 9.

Tabla 9: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de evaluación	Método de análisis ¹
Dióxido de Azufre₂	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno₂	1 hora	200	NE más de 7 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100		
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM_{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/Filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Medida Aritmética Anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras PM₁₀	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/Filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Medida Aritmética Anual	
Monóxido de Carbono	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Medida Aritmética Anual	
Ozono₃	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de Absorción Ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

[1] o método equivalente aprobado.

[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo

Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: Ministerio del Ambiente. Decreto Supremo N° 03-2017-MINAM.

Con respecto al Estándar de la calidad del Aire Actualmente el ECA vigente establece un valor promedio horario de PM₁₀ de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor promedio anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para Wilson y Suh (1997) citados por Salinas (2012), los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS), indican que los límites permisibles anuales MP2,5 son de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y de MP10 son de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La OMS se basa en guías de calidad de aire las cuales tienen como objetivo asistir a los países en la formulación de sus propias guías nacionales de calidad del aire y de este modo contribuir a proteger la salud humana de la contaminación del aire (p. 5).

3.7 Análisis de datos

Para el análisis de datos se ha tenido en cuenta el estudio del MINAM realizado el presente año, sobre la Morbilidad relacionado con la contaminación del aire y la salud de las personas que incluyó la valorización de los impactos en la salud por la presencia del material particulado (PM_{10}) en el aire. Se utilizó el Air-Q, herramienta de software de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la evaluación del riesgo en la salud por la contaminación atmosférica; para establecer la relación con la salud y el PM_{10} en el aire, llegándose a estimar en una hipótesis de riesgo medio, que 1,220 casos de muertes se relacionaron con los efectos que producirían el PM_{10} en la salud de las personas, de las cuales, 468 fallecieron por enfermedades respiratorias y 175 por enfermedades cardiovasculares. También se puede decir que, se tuvieron 1,900 casos de admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias, 495 por enfermedades cardiovasculares y 1,222 admisiones por ataques de asma en niños, atribuibles al PM_{10} . La valoración económica del impacto en la salud por la contaminación del aire por PM_{10} realizada considerando la Hipótesis de Riesgo Medio, asciende a \$805'941,948 de dólares.

Es importante precisar que el DIGESA en el año 2005 elaboró el contenido de la Tabla 10 con la siguiente información relevante:

Tabla 10: Contaminantes a monitorear en función a las principales fuentes

Fuente	Contaminante
Vehículos (tráfico intenso)	Dióxido de nitrógeno Monóxido de carbono Dióxido de azufre PM-10 / PM-2.5
Domicilios / consumo de leña	PM-10 / PM-2.5 Monóxido de carbono
Industrias y domésticas / consumo de carbón	PM-10 / PM-2.5 Dióxido de azufre
Industrias / consumo de combustible residual	PM-10 / PM-2.5 Dióxido de azufre
Pesqueras	Sulfuro de hidrógeno; PM
Fundición	Dióxido de azufre
Cemento	PM-10 / PM-2.5
Generación eléctrica / consumo de carbón, residual y diésel	Dióxido de azufre PM-10 / PM-2.5
Generación eléctrica / consumo de gas	Dióxido de nitrógeno

Fuente: DIGESA (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos

De la Tabla 10 se observa que el DIGESA (2005) estableció de manera relevante que los contaminantes predominantes que generan los vehículos son el Dióxido de Nitrógeno, el Monóxido de Carbono, el Dióxido de Azufre y los PM_{10} y $PM_{2.5}$; mientras que, los contaminantes que predominan en la contaminación por fábricas de cemento son PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Los valores del Índice de Calidad del Aire (INCA) fueron calculados por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), tomando como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Aire y como rango final, el valor umbral de aplicación de los Niveles de Estados de Alerta. El INCA se elaboró sobre la base de información de calidad del aire que se generó en las zonas de atención prioritaria, la

determinación matemática del INCA para cada contaminante ($INCA = I$) en las ecuaciones, se basa en una relación entre el valor registrado de la concentración del contaminante (indicado entre corchetes []) y su correspondiente valor del estándar de calidad ambiental para cada caso. Las formulas y procesamiento se encuentran en el capítulo de resultados de acuerdo a cada contaminante. Se expone en la Tabla 11 de calificación según los valores del INCA con sus respectivos colores.

Tabla 11: Calificación según los valores del INCA con sus respectivos colores

CALIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0 – 50	Verde
Moderado	51 – 100	Amarillo
Mala	101 - a VUEC *	Anaranjado
VUEC *	> VUEC *	Rojo

Fuente: MINAM (2016). Índice de calidad del aire

Los Índices han sido establecidos en base a promedio móvil para exposiciones de corto plazo (1 hora, 8 horas, 24 horas); en el caso del monóxido de carbono que tiene dos exposiciones de corto plazo (1 hora y 8 horas) se ha optado por determinar el índice para 8 horas. Para el caso del ozono (O_3) se ha asumido como valor umbral de alerta, un valor de $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 8 horas, establecido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América. Para el material particulado $PM_{2.5}$, el valor umbral de alerta corresponde al 50% del valor PM_{10} , tal como lo establece las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), es decir $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas.

Para el dióxido de nitrógeno (NO_2) se ha utilizado como valor umbral un valor adicional de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre el ECA, el cual se obtiene usando la relación de ECA/umbral de alerta de los contaminantes: PM_{10} , SO_2 y CO .

No se consideran los contaminantes plomo (Pb), hidrocarburos totales (HT) y Benceno dentro del INCA, porque a la fecha no se cuenta con información continua de monitoreo de estos parámetros.

3.8 Consideraciones éticas

La investigación científica requiere del investigador la práctica de principios éticos que aseguren el valor científico de los resultados; la ciencia no concibe ningún tipo de práctica oscura, engañosa; en este sentido, el investigador ha sido riguroso en cumplir el proceso metodológico de la investigación científica, para lo cual, ha realizado el trabajo de campo en las diferentes universidades donde se ha podido encontrar trabajos de investigación similares, coordinó con personal del SENAMHI para la práctica del trabajo de campo teniendo en cuenta el formalismo educativo; es decir, se ofició a través de la Universidad Federico Villarreal se brinde las facilidades al investigador para la obtención de cualquier información relevante para el tema; asimismo, se realizaron entrevistas a diferentes profesionales quienes voluntariamente accedieron a la misma aceptando que sus nombres puedan ser considerados en la formulación de la tesis; en consecuencia, se ha cumplido con practicar los principios éticos de la investigación científica.

IV. RESULTADOS

4.1 Contaminación del aire por gases del parque automotor en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.

Para desarrollar los resultados obtenidos de acuerdo a cada objetivo, se expone de manera breve algunos aspectos concretos del distrito de Villa María del Triunfo. El citado Distrito es uno de los 43 Distritos que conforman la Provincia de Lima, su código de ubicación según el INEI es el 150143; limita al norte con el Distrito de La Molina, al este con los distritos de Pachacámac y Lurín, al Oeste con el Distrito de San Juan de Miraflores, al Sur-Este con el Distrito de Lurín, y al Sur-Oeste con el Distrito de Villa El Salvador; está ubicado a 17 km al sur del centro de Lima, presenta una geografía accidentada pues cuenta con parte plana, lomas y cerros que van desde los 200 hasta los 1,000 metros cuadrados sobre el nivel del mar (msnm); tiene como coordenadas geográficas: con una Latitud Sur de 12°09'29" y una Longitud Oeste de 75°55'46"; además, presenta una extensión de 70,57 km².

El área de estudio comprende el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo; comprende las siguientes coordenadas UTM:: que aparecen en la Tabla 12.

Tabla 12: Coordenadas UTM de los sectores de estudio

SECTOR	COORDENADAS UTM		
	PUNTO	LONGITUD	LATITUD
Nueva Esperanza	1	Este: 288684.5873	Norte: 8653482.0694
	2	Este: 289025.7299	Norte: 8677326.4650

Fuente: Elaboración propia con información de Instituto Geográfico del Perú (2018).

Villa María del Triunfo, según la proyección poblacional realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) considerando el censo del año 2015; estableció para el año 2017 una población aproximada de 465,735 de los cuales 219,922 son varones y 228,623 mujeres; teniendo una densidad poblacional de 6,600 habitantes por kilómetro cuadrado (hab/Km²) (p. 29); este distrito está catalogado como pueblo; asimismo, cuenta con 4,810 plazas; 109,140 entre parques, parques zonales y parques zoológicos, 2,000 jardines y óvalos; 46,890 bermas y 9,184 alamedas (p. 37).

Respecto a su división geográfica, ha sido dividido en siete (07) zonas: Zona 1 José Carlos Mariátegui; Zona 2 Cercado (capital del distrito); Zona 3 Inca Pachacútec; Zona 4 Nueva Esperanza; Zona 5 Tablada de Lurín; Zona 6 José Gálvez y Zona 7 Nuevo Milenio; el distrito, presenta un clima cálido y templado. La precipitación en Villa María es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. Esta ubicación está clasificada como Cfa por Köppen y Geiger. La temperatura aquí es en promedio 16.8 ° C. Precipitaciones aquí promedios 762 mm. Ver tabla 4.; mientras que, los vientos tienen una velocidad promedio entre 9 y 12 Km/hora dependiendo el horario del día; y, una dirección promedio de 150° - 230°.

Tabla 13: Tabla climática // datos históricos del tiempo Villa María de Triunfo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media (°C)	23.9	22.7	20.7	15.9	13.6	10.1	10	11.6	14	17	20.2	22.4
Temperatura mín. (°C)	17	15.7	14.3	9.3	7.1	4.6	3.5	4.5	6.7	10.2	13.4	15.5
Temperatura máx. (°C)	30.8	29.7	27.2	22.6	20.2	15.7	16.5	18.7	21.4	23.8	27.1	29.3
Temperatura media (°F)	75	72.9	69.3	60.6	56.5	50.2	50	52.9	57.2	62.6	68.4	72.3
Temperatura mín. (°F)	62.6	60.3	57.7	48.7	44.8	40.3	38.3	40.1	44.1	50.4	56.1	59.9
Temperatura máx. (°F)	87.4	85.5	81	72.7	68.4	60.3	61.7	65.7	70.5	74.8	80.8	84.7
Precipitación (mm)	98	82	94	68	29	12	20	17	39	85	100	118

Fuente: Climate - Data. Gob.

En la presente investigación, se solicitó al SENAMHI formalmente a través de un documento de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal con el requerimiento de información sobre las mediciones que realiza la estación de monitoreo del aire en Villa María del Triunfo; específicamente las mediciones registradas durante el mes de agosto del año 2018; recibiendo el reporte de los gases Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre; resultados que han sido procesados convenientemente y se presentan en los cuadros siguientes:

Con relación al *Dióxido de Azufre (SO₂)* la Estación de monitoreo del SENAMHI en el distrito de Villa María del Triunfo no registro valores de este gas, en el periodo del 15 al 31 de agosto; asimismo, de los días que se recibió el registro, se observa en la tabla 13 que el 11 de agosto se registró el más alto valor de contaminación del SO₂ igual a 8.67 µg/m³; seguido del día 10 de agosto con 4.61 µg/m³; prosigue el día 13 de agosto con 4.24 µg/m³; y, el 12 de agosto con 4.20 µg/m³. Ver Tabla 14.

Tabla 14: Concentración promedio de Dióxido de Azufre (SO₂) micras por metro cúbico en el aire (Agosto 2018)

AGOSTO	SO ₂ (µg/m ³)
01-ago	2.57
02-ago	3.44
03-ago	2.63
04-ago	3.00
05-ago	2.51
06-ago	3.15
07-ago	3.14
08-ago	2.92
09-ago	3.71
10-ago	4.61
11-ago	8.67
12-ago	4.20
13-ago	4.24
14-ago	2.88
15-ago	
16-ago	
17-ago	
18-ago	
19-ago	
20-ago	
21-ago	
22-ago	
23-ago	
24-ago	
25-ago	
26-ago	
27-ago	
28-ago	
29-ago	
30-ago	
31-ago	

Fuente: Elaboración propia con información del Senamhi (2018). Estación de medición Villa María del Triunfo.

Respecto a la determinación matemática del INCA para el contaminante SO_2 calculados tomando como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Aire y como rango final, el valor umbral de aplicación de los niveles de estados de alerta; la misma que se basa en una relación entre el valor registrado de la concentración del contaminante (indicado entre corchetes []) y su correspondiente valor del estándar de calidad ambiental para cada caso; la información se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15: Cálculo del INCA para el Dióxido de azufre (SO_2) Promedio 24 horas

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 – 50	0 - 10	$I(\text{SO}_2) = [\text{SO}_2] * 100/20$
51 – 100	11 - 20	
101 – 625	21 - 500	
> 625	> 500	

Fuente: MINAM (2016). Índice de calidad del aire.

Del trabajo de campo y el procesamiento de la información recibida del SENAMHI con relación a los valores registrados durante el mes de agosto para el contaminante SO_2 , calculando el Índice de Calidad del Aire (INCA) se obtienen los siguientes resultados, que aparecen en la Tabla 16

Tabla 16: Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el SO₂

AGOSTO	ÍNDICE (I SO ₂)= [SO ₂] * 100/20	CALIFICACIÓN INCA
01-ago	12.83	BUENA
02-ago	17.22	BUENA
03-ago	13.13	BUENA
04-ago	15.00	BUENA
05-ago	12.56	BUENA
06-ago	15.73	BUENA
07-ago	15.72	BUENA
08-ago	14.58	BUENA
09-ago	18.56	BUENA
10-ago	23.05	BUENA
11-ago	43.35	BUENA
12-ago	21.00	BUENA
13-ago	21.18	BUENA
14-ago	14.41	BUENA
15-ago		
16-ago		
17-ago		
18-ago		
19-ago		
20-ago		
21-ago		
22-ago		
23-ago		
24-ago		
25-ago		
26-ago		
27-ago		
28-ago		
29-ago		
30-ago		
31-ago		

Fuente: Elaboración propia con información del Senamhi (2018). Estación de medición Villa María del Triunfo.

Se señaló que el SENAMHI, no registró medidas durante el periodo del 16 al 31 de agosto del 2018; asimismo, de los valores procesados para el día 15 de agosto solo registró 11 valores de 00.00 a 10.00 horas; motivo por el cual, se procesaron del 1 al 14 de agosto, observándose que el mayor índice que presentó Villa María del

Triunfo ha sido el 11 de agosto con 43.35, valor significativamente cercano a la otra clasificación de Moderado.

Para el *Monóxido de Carbono (CO)* de acuerdo a los estándares internacionales y lo asumió tanto el DIGESA como el MINAM se procedió a agrupar los resultados proporcionados por el SENAMHI en grupos de ocho horas: de 00.00 a 07.00; de 08.00 a 15.00; y, de 16.00 a 23.00 horas; asimismo, se creó un grupo especial de 06.00 a 13.00 horas intervalo donde específicamente en el sector de Nueva esperanza del distrito de Villa María del Triunfo se produce el mayor congestionamiento vehicular; las agrupaciones y promedio obtenidos con la información proporcionada por el SENAMHI son las siguientes. Ver Tabla 17.

Tabla 17: Concentración promedio del Monóxido de Carbono (CO) en micras por metro cúbico en el aire (Agosto 2018)

AGOSTO	Intervalo Horario	PROMEDIO Hora punta	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	00.00 - 07.00	MAÑANA	720.6
	08.00 - 15.00	TARDE	231.2875
	16.00 - 23.00	NOCHE	1061.575
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	302.0125
2	00.00 - 07.00	MAÑANA	766.75
	08.00 - 15.00	TARDE	894.825
	16.00 - 23.00	NOCHE	1013.15
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	882.6
3	00.00 - 07.00	MAÑANA	784.1250
	08.00 - 15.00	TARDE	1021.1750
	16.00 - 23.00	NOCHE	1127.4125
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1011.8375
4	00.00 - 07.00	MAÑANA	860.4625
	08.00 - 15.00	TARDE	1046.9
	16.00 - 23.00	NOCHE	1065.4375

4	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1022.0375
5	00.00 - 07.00	MAÑANA	849.25
	08.00 - 15.00	TARDE	1042.5875
	16.00 - 23.00	NOCHE	980.5
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1000.7625
6	00.00 - 07.00	MAÑANA	830.85
	08.00 - 15.00	TARDE	1064.6
	16.00 - 23.00	NOCHE	1140.325
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1021.475
7	00.00 - 07.00	MAÑANA	830.2875
	08.00 - 15.00	TARDE	1097.075
	16.00 - 23.00	NOCHE	1156.7375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1082.8375
8	00.00 - 07.00	MAÑANA	897.0375
	08.00 - 15.00	TARDE	1200
	16.00 - 23.00	NOCHE	1259.0875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1154.425
9	00.00 - 07.00	MAÑANA	1100.375
	08.00 - 15.00	TARDE	1116.7625
	16.00 - 23.00	NOCHE	1171.2375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1117.9125
10	00.00 - 07.00	MAÑANA	986.8375
	08.00 - 15.00	TARDE	1232.0625
	16.00 - 23.00	NOCHE	1261.825
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1222.875
11	00.00 - 07.00	MAÑANA	1042.3125
	08.00 - 15.00	TARDE	1165.0625
	16.00 - 23.00	NOCHE	1276.7625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1170.9625
12	00.00 - 07.00	MAÑANA	1108.725
	08.00 - 15.00	TARDE	1409.4375
	16.00 - 23.00	NOCHE	1186.625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1432.2875
13	00.00 - 07.00	MAÑANA	954.7625
	08.00 - 15.00	TARDE	1128.275
	16.00 - 23.00	NOCHE	1181.1625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1101.4
14	00.00 - 07.00	MAÑANA	1018.425
	08.00 - 15.00	TARDE	1327.5
	16.00 - 23.00	NOCHE	1285.1125
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1309.9625
15	00.00 - 07.00	MAÑANA	1170.1125
	08.00 - 15.00	TARDE	1124.2125

15	16.00 - 23.00	NOCHE	925.5875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	1202.65
16	00.00 - 07.00	MAÑANA	732.25
	08.00 - 15.00	TARDE	321.125
	16.00 - 23.00	NOCHE	911.6375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	516.7625
17	00.00 - 07.00	MAÑANA	726.2
	08.00 - 15.00	TARDE	855.2875
	16.00 - 23.00	NOCHE	906.4625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	850.8375
18	00.00 - 07.00	MAÑANA	709.95
	08.00 - 15.00	TARDE	847.2375
	16.00 - 23.00	NOCHE	919.3875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	835.0125
19	00.00 - 07.00	MAÑANA	701.3375
	08.00 - 15.00	TARDE	869.8125
	16.00 - 23.00	NOCHE	935.4875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	832.3
20	00.00 - 07.00	MAÑANA	722.6
	08.00 - 15.00	TARDE	782.6875
	16.00 - 23.00	NOCHE	925.575
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	802.95
21	00.00 - 07.00	MAÑANA	711.3875
	08.00 - 15.00	TARDE	951.8875
	16.00 - 23.00	NOCHE	908.3375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	909.475
22	00.00 - 07.00	MAÑANA	699.05
	08.00 - 15.00	TARDE	870.9625
	16.00 - 23.00	NOCHE	936.9375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	858.6
23	00.00 - 07.00	MAÑANA	688.975
	08.00 - 15.00	TARDE	956.4875
	16.00 - 23.00	NOCHE	948.2875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	932.05
24	00.00 - 07.00	MAÑANA	697.025
	08.00 - 15.00	TARDE	935.925
	16.00 - 23.00	NOCHE	967.9875
	6.00 - 13.00	PHORA PUNTA	925.0125
25	00.00 - 07.00	MAÑANA	700.8875
	08.00 - 15.00	TARDE	982.0875
	16.00 - 23.00	NOCHE	1032.6875
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	937.5125
26	00.00 - 07.00	MAÑANA	767.3125

26	08.00 - 15.00	TARDE	966.4
	16.00 - 23.00	NOCHE	915.375
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	929.6
27	00.00 - 07.00	MAÑANA	726.35
	08.00 - 15.00	TARDE	915.2375
	16.00 - 23.00	NOCHE	948
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	919.8375
28	00.00 - 07.00	MAÑANA	737.2875
	08.00 - 15.00	TARDE	942.1125
	16.00 - 23.00	NOCHE	1029.3625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	911.7875
29	00.00 - 07.00	MAÑANA	738.5
	08.00 - 15.00	TARDE	946.575
	16.00 - 23.00	NOCHE	999.7625
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	907.9125
30	00.00 - 07.00	MAÑANA	770.175
	08.00 - 15.00	TARDE	910.1875
	16.00 - 23.00	NOCHE	912.65
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	901.1375
31	00.00 - 07.00	MAÑANA	726.7875
	08.00 - 15.00	TARDE	865.2
	16.00 - 23.00	NOCHE	955.2
	6.00 - 13.00	HORA PUNTA	850.3875

Fuente: Elaboración propia con información del Senamhi (2018). Estación de medición Villa María del Triunfo.

Respecto a la determinación matemática del INCA para el contaminante CO; la información se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Cálculo del INCA para el Monóxido de Carbono (CO) Promedio 8 horas

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 – 50	0 - 5049	$I(\text{CO}) = [\text{CO}] * 100/10000$
51 – 100	5050 - 10049	
101 – 150	10050 - 15049	
> 150	> 15050	

Fuente: MINAM (2016). Índice de calidad del aire.

Tabla 19: Índice de la calidad del Aire (INCA- agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el CO.

AGOSTO	00.00 a 07.00 horas		08.00 a 15.00 horas		16.00 a 23.00 horas		06.00 a 13.00 horas	
	ÍNDICE (I CO)= [CO] * 100/10000	CALIFICA CIÓN INCA	ÍNDICE (I CO)= [CO] * 100/10000	CALIFICA CIÓN INCA	ÍNDICE (I CO)= [CO] * 100/10000	CALIFICA CIÓN INCA	ÍNDICE (I CO)= [CO] * 100/10000	CALIFICA CIÓN INCA
01-ago	7.2060	BUENA	2.3129	BUENA	10.6158	BUENA	3.0201	BUENA
02-ago	7.6675	BUENA	8.9483	BUENA	10.1315	BUENA	8.8260	BUENA
03-ago	7.8413	BUENA	10.2118	BUENA	11.2741	BUENA	10.1184	BUENA
04-ago	8.6046	BUENA	10.4690	BUENA	10.6544	BUENA	10.2204	BUENA
05-ago	8.4925	BUENA	10.4259	BUENA	9.8050	BUENA	10.0076	BUENA
06-ago	8.3085	BUENA	10.6460	BUENA	11.4033	BUENA	10.2148	BUENA
07-ago	8.3029	BUENA	10.9708	BUENA	11.5674	BUENA	10.8284	BUENA
08-ago	8.9704	BUENA	12.0000	BUENA	12.5909	BUENA	11.5443	BUENA
09-ago	11.0038	BUENA	11.1676	BUENA	11.7124	BUENA	11.1791	BUENA
10-ago	9.8684	BUENA	12.3206	BUENA	12.6183	BUENA	12.2288	BUENA
11-ago	10.4231	BUENA	11.6506	BUENA	12.7676	BUENA	11.7096	BUENA
12-ago	11.0873	BUENA	14.0944	BUENA	11.8663	BUENA	14.3229	BUENA
13-ago	9.7259	BUENA	11.3245	BUENA	11.8167	BUENA	11.1721	BUENA
14-ago	10.1843	BUENA	13.2750	BUENA	12.8511	BUENA	13.0996	BUENA
15-ago	11.7011	BUENA	11.2421	BUENA	9.2559	BUENA	12.0265	BUENA
16-ago	7.3225	BUENA	7.9855	BUENA	9.1164	BUENA	5.1676	BUENA
17-ago	7.2620	BUENA	8.5529	BUENA	9.0646	BUENA	8.5084	BUENA
18-ago	7.0995	BUENA	8.4724	BUENA	9.1939	BUENA	8.3501	BUENA
19-ago	7.0134	BUENA	8.6981	BUENA	9.3549	BUENA	8.3230	BUENA
20-ago	7.2260	BUENA	7.8269	BUENA	9.2558	BUENA	8.0295	BUENA
21-ago	7.1139	BUENA	9.5189	BUENA	9.0834	BUENA	9.0948	BUENA
22-ago	6.9905	BUENA	8.7096	BUENA	9.3694	BUENA	8.5660	BUENA
23-ago	6.8898	BUENA	9.5649	BUENA	9.4829	BUENA	9.3205	BUENA
24-ago	6.9703	BUENA	9.3593	BUENA	9.6799	BUENA	9.2501	BUENA
25-ago	7.0689	BUENA	9.8209	BUENA	10.3269	BUENA	9.3751	BUENA
26-ago	7.6731	BUENA	9.6640	BUENA	9.1538	BUENA	9.2960	BUENA
27-ago	7.2635	BUENA	9.1524	BUENA	9.4800	BUENA	9.1984	BUENA
28-ago	7.3729	BUENA	9.4211	BUENA	10.2936	BUENA	9.1179	BUENA
29-ago	7.3850	BUENA	9.4658	BUENA	9.9976	BUENA	9.0791	BUENA
30-ago	7.7018	BUENA	9.1019	BUENA	9.1265	BUENA	9.0114	BUENA
31-ago	7.2679	BUENA	8.6520	BUENA	9.5520	BUENA	8.5039	BUENA

Del trabajo de campo y el procesamiento de la información recibida del SENAMHI de los valores registrados durante el mes de agosto para el contaminante CO, calculando el Índice de Calidad del Aire (INCA) se obtienen los siguientes resultados, que aparecen en la tabla 20.

Asumiendo los parámetros del ECA y los valores calculado para la determinación del INCA, se han distribuido técnicamente los valores calculados del INCA en tres grupos de 8 horas cada uno abarcando las 24 horas del día; el primer grupo lo constituye de 00.00 a 07.00 horas; el segundo grupo de 08.00 a 15.00 horas y el tercer grupo corresponde al periodo de 16.00 a 23.00 horas; se han obtenido índice de contaminación del aire significativamente menores a 50; quiere decir que bajo este presupuesto, durante el mes de agosto 2018 en Villa María del Triunfo, el aire no se ha visto contaminado por el CO, cabe precisar que el 12 de agosto en el periodo de 08.00 a 15.00 se registró el índice más alto con (14.0944); asimismo, con la finalidad de conocer si existe contaminación del aire en el denominado hora punta en nuestra país de 06.00 a 13.00, se agruparon convenientemente los índices obtenidos, dando como resultado que tampoco se ha generado contaminación del aire por CO en este periodo; sin embargo, el 12 de agosto en el periodo de 06.00 a 13.00 horas se registró el índice más alto del mes (14.3229); e incluso mayor al registrado en mismo día 12 de agosto en el periodo de 08.00 a 15.00 horas.

Con relación al comportamiento del *Dióxido de Nitrógeno (NO₂)* que obedece por principio, a la actividad vehicular de la zona, donde los niveles de NO₂ están relacionados directamente con las emisiones vehiculares que asociado a los parámetros

meteorológicos, determinan las reacciones fotoquímicas que tienen lugar en la atmósfera y establecen el comportamiento del NO_2 , principalmente en las horas de actividad antropogénica y exposición de las personas a este contaminante (horas diurnas y vespertinas (SENAMHI, 2014, p. 4); Sin embargo, en el mes de agosto el SENAMHI no registro información respecto a la contaminación del aire por el NO_2 .

Del trabajo de campo e indagación bibliográfica se ha ubicado el estudio realizado por (Pacsi, 2016), quien hizo un análisis de la variación temporal y espacial de la concentración del $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} en Lima y el Callao. Se utilizaron datos de concentración de $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} medidos y analizados por la DIGESA y el SENAMHI, a través de la red de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana, durante el periodo 2001 y 2014. Los resultados muestran que los promedios diarios de PM_{10} no sobrepasan los Estándares de Calidad del aire (ECA) del Perú (p. 273).

Del Informe Técnico N° 4 del INEI (2017), se obtuvo los valores registrados por el SENAMHI para el PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 y CO , correspondientes al mes de agosto del 2016, los mismos que en resumen se presentan en la tabla 20.

Tabla 20: Registro de valores de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y CO , correspondiente al mes de agosto del año 2016.

AÑO 2016	
Contaminantes	ago-2016
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	57.2
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	20.5
SO_2 ($\mu g/m^3$)	2,7
CO ($\mu g/m^3$)	857.3

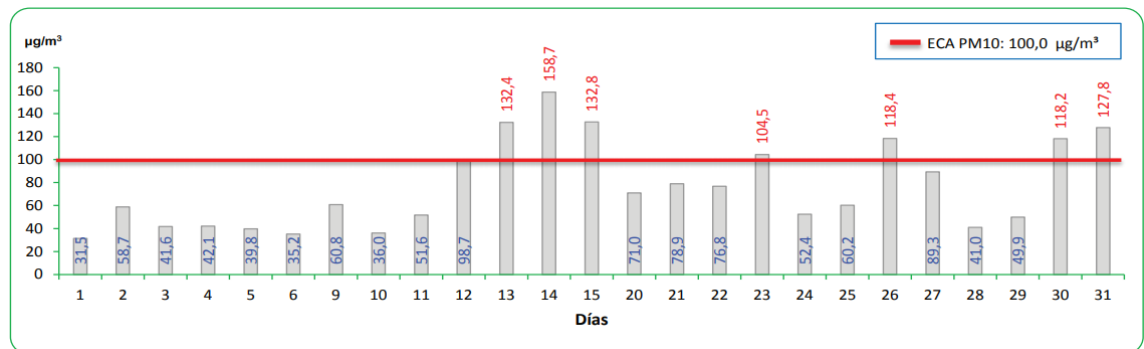
Fuente: Informe técnico INEI (2017)

Estos valores no sobrepasaron los estándares de calidad del aire establecido por el ECA.

Asimismo, se ubicó la siguiente información en el boletín mensual de Estadísticas ambientales del INEI (2017)

Con respecto al PM_{10} la Estación de medición del SENAMHI, registró altos niveles de concentración del PM_{10} los cuales son: $132,4 \mu g/m^3$, $158,7 \mu g/m^3$, $132,8 \mu g/m^3$, $104,5 \mu g/m^3$, $118,4 \mu g/m^3$, $118,2 \mu g/m^3$ y $127,8 \mu g/m^3$ para los días 13, 14, 15, 23, 26, 30 y 31 del mes de agosto respectivamente (INEI, 2017, p. 6). Ver Figura 1.

Figura 1: Concentración diaria de material particulado inferior a 10 micras (PM₁₀), en la estación de medición de Villa María del Triunfo de agosto 2017.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)-Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales. Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e informática.

Con relación al PM_{2.5} para el mes de agosto 2017, En la estación de medición de Villa María del Triunfo, el SENAMHI informó que este material particulado no superó el Estándar de Calidad Ambiental (INEI, 2017, p. 9).

Respecto al Dióxido de Azufre (SO₂) la estación de Monitoreo de Villa María del Triunfo para el mes de agosto del 2017, registró que el valor diario más alto de Dióxido de Azufre alcanzado 24,7 µg/m³, Sn embargo, este valor no sobrepasó al límite permitido (ECA SO₂: 250,0 µg/m³) (INEI, 2017, p. 12).

De igual forma para el Monóxido de Carbono (CO) la estación de Monitoreo de Villa María del Triunfo para el mes de agosto del 2017, registró que los valores no sobrepasaron el límite permitido (ECA SO₂: 250,0 µg/m³) (INEI, 2017, p. 12).

Revisado los boletines mensuales emitidos por el SENAMHI, se ubicó cuatro boletines de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018

respectivamente; que informan sobre la calidad del aire respecto a los contaminantes registrados; en base a dicha información se elaboró la Tabla 21

Tabla 21: Valores de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y CO , NO_2 y O_3 registrados por el SENAMHI en los meses de Septiembre a Diciembre 2018, en VMT.

Contaminantes	MESES - 2018			
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	196.4	No Registro	185	231.9
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	37.6	No Registro	36	34.2
SO_2 ($\mu g/m^3$)	4.3	No Registro	4.3	No Registro
CO ($\mu g/m^3$)	1995.1	1802	1879.1	2885.3
NO_2 ($\mu g/m^3$)	No Registro	No Registro	No Registro	No Registro
O_3 ($\mu g/m^3$)	No Registro	No Registro	28.9	38.7

Fuente: Boletín Mensual del SENAMHI meses Septiembre a Diciembre 2018.
Elaboración propia.

Nota: Las casillas donde se ha considerado No Registro, es consecuencia que el SENAMHI no registro datos durante el transcurso del mes para determinados contaminantes.

4.2 Contaminación del aire por smog producido por las fábricas en el sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo

Es relevante precisar que el $PM_{2.5}$ y PM_{10} son materiales particulados que se presentan en los tres contaminantes que asume la presente investigación; por gases del parque automotor, smog de fábricas y de residuos sólidos; solo por un aspecto didáctico se ha desarrollado el hallazgo de esta información en el presente apartado; sin embargo, en la discusión de resultados se tendrá en cuenta el material particulado para los tres elementos contaminantes indicados; asimismo, la información obtenida de los boletines mensuales del SENAMHI, correspondiente a los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018.

Respecto al PM_{2.5} el SENAMHI informó mediante un documento formal los valores obtenidos en la Estación de monitoreo de Villa María del Triunfo los que se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22: Concentración promedio de material particulado inferior a 2.5 en el aire (Agosto 2018)

AGOSTO	PM_{2.5} (µg/m³)
01-ago	15.54
02-ago	15.57
03-ago	13.58
04-ago	17.56
05-ago	12.39
06-ago	22.17
07-ago	16.92
08-ago	17.86
09-ago	19.61
10-ago	27.44
11-ago	27.70
12-ago	26.88
13-ago	15.02
14-ago	15.12
15-ago	29.36
16-ago	24.02
17-ago	24.85
18-ago	15.09
19-ago	14.00
20-ago	32.73
21-ago	31.28
22-ago	17.69
23-ago	11.04
24-ago	12.56
25-ago	19.83
26-ago	23.07
27-ago	29.38
28-ago	22.97
29-ago	21.00
30-ago	20.16
31-ago	20.43

Fuente: Elaboración propia con información del Senamhi (2018). Estación de medición Villa María del Triunfo.

De la Tabla precedente se observa que el día 20 de agosto del 2018, la Estación de monitoreo del SENAMHI en el distrito de Villa María del Triunfo registró el más alto valor de contaminación del $PM_{2.5}$ igual a $32.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$; seguido del día 21 de agosto, con $31.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$; sigue el día 27 de agosto con $29.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$; y, el día 15 de agosto con $29.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Respecto a la determinación matemática del INCA para el contaminante $PM_{2.5}$ calculados tomando como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Aire y como rango final, el valor umbral de aplicación de los niveles de estados de alerta; la misma que se basa en una relación entre el valor registrado de la concentración del contaminante (indicado entre corchetes []) y su correspondiente valor del estándar de calidad ambiental para cada caso; la información se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23: Cálculo del INCA para el Material Particulado ($PM_{2.5}$) Promedio 24 horas

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 - 50	0 - 12.5	$I (PM_{2.5}) = [PM_{2.5}] * 100/25$
51 - 100	12.6 - 25	
101 - 500	25.1 - 125	
> 500	> 125	

Fuente: MINAM (2016). Índice de calidad del aire.

Del trabajo de campo y el procesamiento de la información recibida del SENAMHI con relación a los valores registrados durante el mes de agosto para los contaminante $PM_{2.5}$, y procesados calculando el Índice de Calidad del Aire (INCA) los resultados fueron los que aparecen en la Tabla 24.

Tabla 24: Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del Triunfo para el $PM_{2.5}$

AGOSTO	ÍNDICE ($IPM_{2.5}$)= $[PM_{2.5}] * 100/25$	CALIFICACIÓN INCA
01-ago	62.15	MODERADO
02-ago	62.26	MODERADO
03-ago	54.31	MODERADO
04-ago	70.24	MODERADO
05-ago	49.56	BUENA
06-ago	88.67	MODERADO
07-ago	67.66	MODERADO
08-ago	71.44	MODERADO
09-ago	78.43	MODERADO
10-ago	109.76	MALA
11-ago	110.81	MALA
12-ago	107.52	MALA
13-ago	60.07	MODERADO
14-ago	60.49	MODERADO
15-ago	117.42	MALA
16-ago	96.06	MODERADO
17-ago	99.38	MODERADO
18-ago	60.37	MODERADO
19-ago	55.99	MODERADO
20-ago	130.93	MALA
21-ago	125.13	MALA
22-ago	70.76	MODERADO
23-ago	44.15	MODERADO
24-ago	50.26	MODERADO
25-ago	79.32	MODERADO
26-ago	92.27	MODERADO
27-ago	117.54	MALA
28-ago	91.87	MODERADO
29-ago	84.00	MODERADO
30-ago	80.64	MODERADO
31-ago	94.11	MODERADO

Fuente: Elaboración propia con información del SENAMHI (2018)

Se observa que para los días 10, 11, 12, 15, 20, 21 y 27 de agosto del 2018, el SENAMHI registró el la contaminación del aire por material particulado $PM_{2.5}$ en el distrito de Villa María del Triunfo; de los cuales, el día de mayor contaminación ha sido el 20 de agosto con 130.93, seguido del 21 con 125.13; continua el día 27 con 117.54; y, el día 15 con 117.42. Cabe señalar que, si bien la mayor cantidad de días se han registrados valores con la calificación de MODERADO y un solo valor de BUENO (5 de agosto – 49.56); es significativo precisar que, el 17 de agosto se registró el índice de limite más alto de la calificación MODERADO igual a 99.38; seguido del 16 de agosto con 96.06; y, el día 31 de agosto con 94.11; valores relevantes por encontrarse cerca a la calificación de MALA.

Con relación al PM_{10} el SENAMHI informó mediante un documento formal los valores obtenidos en la Estación de monitoreo de Villa María del Triunfo los que se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25: Concentración promedio de material particulado PM₁₀ en el aire (Agosto 2018)

AGOSTO	PM ₁₀ (µg/m ³)
01-ago	39.26
02-ago	50.78
03-ago	37.99
04-ago	34.85
05-ago	34.86
06-ago	58.49
07-ago	46.52
08-ago	47.74
09-ago	44.75
10-ago	70.07
11-ago	68.76
12-ago	66.12
13-ago	40.28
14-ago	62.40
15-ago	112.82
16-ago	95.95
17-ago	81.44
18-ago	43.07
19-ago	56.74
20-ago	101.72
21-ago	98.16
22-ago	52.90
23-ago	29.50
24-ago	55.24
25-ago	75.01
26-ago	60.35
27-ago	83.49
28-ago	62.82
29-ago	62.35
30-ago	93.87
31-ago	96.21

Fuente: Elaboración propia con información del Senamhi (2018). Estación de medición Villa María del Triunfo.

De igual forma, para el PM_{10} del cuadro precedente se observa que el día 15 de agosto del 2018, la Estación de monitoreo del SENAMHI en el distrito de Villa María del Triunfo registró el más alto valor de contaminación del PM_{10} igual a $112.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$; seguido del día 20 de agosto, con $101.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$; continua el día 21 de agosto con $98.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$; prosigue el día 31 de agosto con $96.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$; continua el 16 de agosto con $95.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$; y, el día 30 de agosto con $93.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Respecto al material particulado PM_{10} la determinación matemática del INCA para el contaminante PM_{10} esta fue procesada igual al $PM_{2.5}$, la información se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26: Cálculo del INCA para el Material Particulado PM_{10} promedio 24 horas

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0 - 50	0 - 75	$I(PM_{10}) = [PM_{10}] * 100/150$
51 - 100	76 - 150	
101 - 167	151 - 250	
> 167	> 250	

Fuente: MINAM (2016). Índice de calidad del aire.

Del trabajo de campo y el procesamiento de la información recibida del SENAMHI con relación a los valores registrados durante el mes de agosto para los contaminante PM_{10} teniendo en cuenta, el Índice de Calidad del Aire (INCA) los resultados fueron los que aparecen en la Tabla 27.

Tabla 27: Índice de la calidad del Aire (INCA- Agosto 2018) en el distrito de Villa María del triunfo para el PM₁₀

AGOSTO	ÍNDICE (I PM ₁₀) = [PM ₁₀] * 100/150	CALIFICACIÓN INCA
01-ago	26.18	BUENA
02-ago	33.86	BUENA
03-ago	25.33	BUENA
04-ago	23.23	BUENA
05-ago	23.24	BUENA
06-ago	38.99	BUENA
07-ago	31.02	BUENA
08-ago	31.82	BUENA
09-ago	29.84	BUENA
10-ago	46.72	BUENA
11-ago	45.84	BUENA
12-ago	44.08	BUENA
13-ago	26.85	BUENA
14-ago	41.60	BUENA
15-ago	75.21	MODERADO
16-ago	63.97	MODERADO
17-ago	54.29	MODERADO
18-ago	28.71	BUENA
19-ago	37.82	BUENA
20-ago	67.81	MODERADO
21-ago	65.44	MODERADO
22-ago	35.27	BUENA
23-ago	19.66	BUENA
24-ago	36.82	BUENA
25-ago	50.00	BUENA
26-ago	40.23	BUENA
27-ago	55.66	MODERADO
28-ago	41.88	BUENA
29-ago	41.56	BUENA
30-ago	62.58	MODERADO
31-ago	64.14	MODERADO

De los cálculos efectuados y considerando la Tabla del INCA, se deduce que el SENAMHI no registro contaminación del aire con una calificación de “MALA”; sin embargo, los días 15, 16, 20, 21, 27, 30 y 31 de agosto del 2018, se registró

significativos índices con la calificación de “MODERADO”, como el 15 con 75.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido del día 20 con 67.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, continua el día 21 con 65.44, prosigue el 31 con 64.14, sigue el día 16 con 63.97, el día 30 con 62.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, culmina el día 27 con 55.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe precisar que, si bien la mayor cantidad de días se han registrados valores con la calificación de BUENA y pocos valores con la calificación de MODERADO; es significativo precisar que, el 25 de agosto se registró el índice de límite más alto de la calificación BUENA igual a 50.00; seguido del 10 de agosto con 46.72; y, el día 11 de agosto con 45.84; valores relevantes por encontrarse cerca a la calificación de MODERADO.

4.3 Contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles en la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo

Es relevante precisar que el distrito de Villa María del Triunfo para el año 2015, generó 96,657 toneladas de residuos sólidos (INEI, 2017, p. 41); Por otro lado, el distrito tiene controlado en los rellenos sanitarios 108,209 toneladas de residuos sólidos; sin embargo, no tiene control de 96,657 toneladas.

Mediante Comunicado N° 005-2018/MINSA, el Ministerio de Salud (MINSA) ***declara en alerta máxima*** al distrito de Villa María del Triunfo, por acumulación de basura, luego de verificar y advertir reiteradamente el inadecuado manejo y gestión de los residuos sólidos domiciliarios (con basura acumulada en las calles) y ante el riesgo a la salud pública, ha dispuesto lo siguiente: 1. Declarar la Alerta Sanitaria en el Distrito de Villa María del Triunfo en salvaguarda de la salud y la vida de los

pobladores de la jurisdicción y en previsión de la propagación de enfermedades, al amparo del Decreto Legislativo N° 1156 y de la Ley N° 30423. 2. Encargar a la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) la vigilancia y verificación de las acciones respectivas que permitan eliminar el riesgo para la salud que implica la deficiente administración de los residuos sólidos domiciliarios. 3. Encargar a DIGESA la coordinación con las autoridades competentes como la Municipalidad de Villa María del Triunfo y el Ministerio del Ambiente, las medidas de apoyo necesarias, incluyendo la intervención de otros sectores. 4. Recomendar a la población en general el constante lavado de manos y a mantener alejados en especial a los niños por su vulnerabilidad, de la acumulación de residuos sólidos domiciliarios por ser foco infeccioso de diversas enfermedades. 5. Disponer que los establecimientos de salud se mantengan en permanente alerta con todos sus servicios para atender a la población en los casos necesarios.

Asimismo, el Ministerio del ambiente, mediante Resolución Ministerial N° 437-2018-MINAM, del 31 de diciembre del 2018, declaró en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima; señalando, en el octavo párrafo de los Considerandos, que, conforme a lo señalado por la DGRS en el Informe N° 00023-2018-MINAM/VMGA/DGRS-QRAM, la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSa) concluye en el Informe N° 3163-2018/DCOVI/DIGESA, que la acumulación de residuos sólidos genera efectos severos en la salud pública, situación que se evidencia en el distrito de Villa María del Triunfo, específicamente en los puntos críticos evidenciados en la Av.

26 de noviembre, los cuales se han convertido en focos de infección que podrían causar enfermedades y severos daños a la vida y la salud de los pobladores; motivo por el cual solicita al Ministerio del Ambiente declarar en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en la jurisdicción del referido distrito, ante la exposición a los posibles riesgos a la salud y vida de las personas.

Por otro lado, el diario Correo (2018) informó que el arresto del alcalde **Ángel Chilingano Villanueva**, acusado de ser el cabecilla de la organización criminal "**Los Topos de Lima Sur**", ha provocado una crisis dentro de la comuna de Villa María del Triunfo. Los residentes denunciaron la **acumulación de basura** en varios puntos de la jurisdicción e inclusive pidieron declarar el distrito en estado de emergencia. Las zonas de Tablada de **Lurín, San Gabriel, Pachacútec, 26 de Noviembre, terminal pesquero**, entre otros son lugares donde se puede apreciar la **falta del recojo del residuos**. A esto se suma que el aumento de temperatura por la estación de verano provoca que los desechos entren en estado de descomposición con mayor rapidez; De igual forma, el diario Exitosa **informó que** **Ciro Maguiña Vargas**, infectólogo y exdecano del Colegio Médico del Perú, advirtió en una entrevista con el diario, que la basura trae cucarachas, ratas y moscas, que pueden causar enfermedades infecciosas. "Si es quemada, el humo origina todo tipo de enfermedades respiratorias como bronquitis, alergia y asma. Asimismo, el mal olor produce náuseas y dolores de cabeza. Finalmente, sostuvo que en la época de verano la acumulación de residuos resulta más peligrosa, debido a que las bacterias tienen más posibilidad de multiplicarse. "El calor hace que la basura se descomponga más rápido. Eso trae más

bacterias que contaminan los alimentos”, expresó. Ante ese panorama, recomendó que la población se lave las manos y use mascarillas para protegerse.

4.4. La salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo

Con relación a nuestra segunda **variable “Salud”**, que implica a las tres categorías desarrolladas en los puntos precedentes (contaminación por parque automotor, smog de fábricas y por residuos sólidos), se ha recibido información de la Dirección de Redes Integradas de Salud (DIRIS) correspondiente a las atenciones realizadas a los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, en los diferentes Centros de Salud del sector; esta información ha sido procesada convenientemente realizando un filtro y considerando solo las enfermedades propensas a adquirir o ser efectos de la contaminación ambiental; para la realización de este filtro, se ha tomado en cuenta, los resultados de otras investigaciones y de teóricos que señalan que las enfermedades propensas a adquirir por la contaminación ambiental se pueden agrupar en cuatro factores: Las enfermedades respiratorias, las digestivas, el asma y las alérgicas-Dermatológicas, conforme se observa en la tabla 28.

Tabla 28: Enfermedades atendidas a los pobladores del sector de Nueva Esperanza en los centros de salud estatal del distrito de Villa María del Triunfo durante el mes de Agosto 2018.

ENFERMEDADES	H	M	TOTAL
RESPIRATORIAS			
Faringitis aguda	441	448	889
Rinofaringitis aguda, Rinitis aguda	448	392	840
Bronquitis aguda	126	93	219
			1948
DIGESTIVAS			
Parasitosis intestinal	51	65	116
Infecciones intestinales debido a otros organismos sin especificar	64	46	110
			226
CARDIOVASCULARES			
PULMONARES			
ASMA			
Asma no especificado, asma de aparición tardía y Bronquitis asmáticas/SOB Sibilancia, HIP	68	46	114
ALERGICAS-DEMATOLÓGICAS			
Escabiosis	29	18	47
Dermatitis no especificada	19	19	38
Dermatitis alérgica de contacto, de causa no especificada	16	19	35
Dermatitis atópica, no especificada	14	12	26
Impétigo	9	10	19
Micosis superficial, sin otras especificaciones	9	9	18
Conjuntivitis, no especificada- Conjuntivitis aguda, no especificada	12	17	29
TOTAL			212

Fuente: Elaboración propia con información de la DIRIS (2018).

Entre las enfermedades respiratorias más comunes tratadas en los centros de Salud del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018, se encuentran las faringitis agudas con un total de 889 atenciones, de los cuales 441 han sido varones y 448 mujeres; seguida de la Rinofaringitis aguda-Rinitis aguda con 840 atenciones, siendo 448 varones atendidos y

392 mujeres; continúa la bronquitis aguda con 219 atenciones, 126 varones y 93 mujeres; Por el lado de las enfermedades digestivas se tiene a la parasitosis intestinal con 116 atenciones, de las cuales 51 han sido varones y 65 mujeres; y, a las infecciones intestinales debidos a otros organismos sin especificar con 110 atenciones, 64 varones y 46 mujeres; respecto a las enfermedades cardiovasculares, se registraron 3 atenciones; mientras que, para las enfermedades pulmonares se atendieron 12; en el caso del asma, enfermedad que si bien pertenece al grupo de las enfermedades respiratoria, se ha considerado tenerla por separada, ya que, la OMS, las investigaciones que se han realizado sobre el tema; han señalado que esta enfermedad es bastante propensa de adquirir por los gases del parque automotor; en ese contexto, la DIRIS ha registrado un total de 114 atenciones por Asma no especificado, asma de aparición tardía y Bronquitis asmáticas/SOB Sibiliancia, HIP; de los cuales 68 han sido varones y 66 mujeres; finalmente en el cuarto grupo de enfermedades esta ha sido agrupada entre las enfermedades alérgicas y las dermatológicas; toda vez que, la piel es sensible y su irritación comúnmente se produce por contaminantes ambientales a la que se expone; asimismo, las alergias pueden generarse también en las vías respiratorias u otros aparatos del cuerpo, solo se han considerado las alergias que irritan la piel.

En ese sentido, en la tabla 28, presenta a la Escabiosis con 47 atenciones, de los cuales 29 son varones y 18 mujeres; continua la Dermatitis no especificada con 38 atenciones de los cuales 19 han sido varones y 19 mujeres; prosigue la Dermatitis alérgica de contacto, de causa no especificada con 35 atenciones, 16 son varones y 19 mujeres; continua la Dermatitis atópica, no especificada con 26 atenciones, 14 han

sido varones y 12 mujeres; continua el Impétigo con 19 atenciones, 9 han sido varones y 10 mujeres; prosigue la Micosis superficial, sin otras especificaciones con 18 atenciones, 9 varones y 9 mujeres; y, la conjuntivitis no especificada- Conjuntivitis aguda, no especificada con 29 atenciones, 12 varones y 17 mujeres.

Esta información estadística se corrobora con lo señalado por la entrevistada Doctora Estela Pereda Aguilar, del Centro Materno Infantil Daniel Alcides Carrión; quien señaló que las enfermedades comunes y frecuentes, que atiende se encuentran las respiratorias, entre las cuales destacan la faringitis, la rinitis y bronquitis; entre las digestivas se tiene la parasitosis intestinal; en las asmáticas, el asma propiamente dicho; entre las alérgicas y dermatológicas, la dermatitis y la micosis.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la finalidad de arribar y analizar los resultados obtenidos del trabajo de campo realizado en la presente investigación, contrastándolos con los aspectos teóricos desarrollados inicialmente, se señalan las políticas ambientales del país; así como, el punto de vista general de la Organización Mundial de la Salud en el tema de la contaminación del aire y su relación con la salud.

La Política Nacional del Ambiente establece lineamientos para la Calidad del Aire que orienta la gestión tanto en el sector público como privado, debiendo establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire en la salud de la población, sistemas de alerta y prevención de emergencias, con primacía de las zonas con mayor población expuesta a los contaminantes críticos; incentivando la modernización del parque automotor, los combustibles limpios, el transporte público sostenible; identificando y proponiendo la modificación de prácticas consuetudinarias inadecuadas que afectan la calidad del aire. La adopción de medidas técnico normativas es fundamental para la Gestión de la Calidad del Aire.

El Perú tiene una institucionalidad en materia ambiental reconocida por las leyes orgánicas de cada sector, gobiernos regionales y locales estableciendo funciones para cada uno los niveles de gobierno; siendo el Ministerio del Ambiente, el ente rector en esta materia y subsecuentemente también en temas de Gestión de la Calidad del Aire. La Ley Orgánica del Ministerio del Ambiente establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo

racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación; en tanto que, la Ley General del Ambiente establece las responsabilidades para la empresa durante el desarrollo de sus actividades productivas y de servicios en relación a las emisiones y demás descargas que puedan generar impactos negativos al ambiente, la salud y los recursos naturales, promoviendo la adopción de medidas de prevención de la contaminación del aire, la producción ecoeficiente, entre otras estrategias.

Es importante y significativo precisar que la Organización Mundial de la Salud (2016) ha señalado que los contaminantes atmosféricos más relevantes que se relacionan con la salud, constituye el material particulado (PM) con un diámetro de 10 micras o menos, versión que ha sido corroborado por los entrevistados 1 y 2; y que, pueden penetrar profundamente en los pulmones e inducir la reacción de la superficie y las células de defensa, afirmación corroborada por la entrevistada 3 (Doctora Estela Pereda Aguilar); de igual forma, Valent, Little, Bertollini, Nemer, Barbone y Tamburlini, (2004) confirmaron que en Europa una gran proporción de muertes y años de vida ajustados por discapacidad (DALYs) es atribuible a la contaminación del aire interior y exterior; asimismo, Ellwood, Asher, Beasley, Clayton & Stewart (2005) se encuentran de acuerdo con estas afirmaciones al precisar que las enfermedades respiratorias, el asma y las alergias están relacionadas con la contaminación del aire externo e interno, versión que también ha sido precisada por la entrevistada 3.

En ese contexto y atendiendo a la realidad actual que se presenta en el distrito de Villa María del Triunfo, la misma que ha sido declarada en situación de emergencia desde inicios del año 2018, constituyendo una zona de atención prioritaria, señalado

por el DIGESA y el MINAM; realidad que motivó la realización de la investigación en el sector Nueva Esperanza del distrito respecto a la contaminación del aire; en consecuencia, se desarrolla el análisis y discusión de los resultados de la investigación, teniendo en cuenta, las tres categorías o dimensiones asumidas; la relación entre la contaminación del aire por gases del parque automotor, el smog de las fábricas y por residuos sólidos; y, la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto 2018.

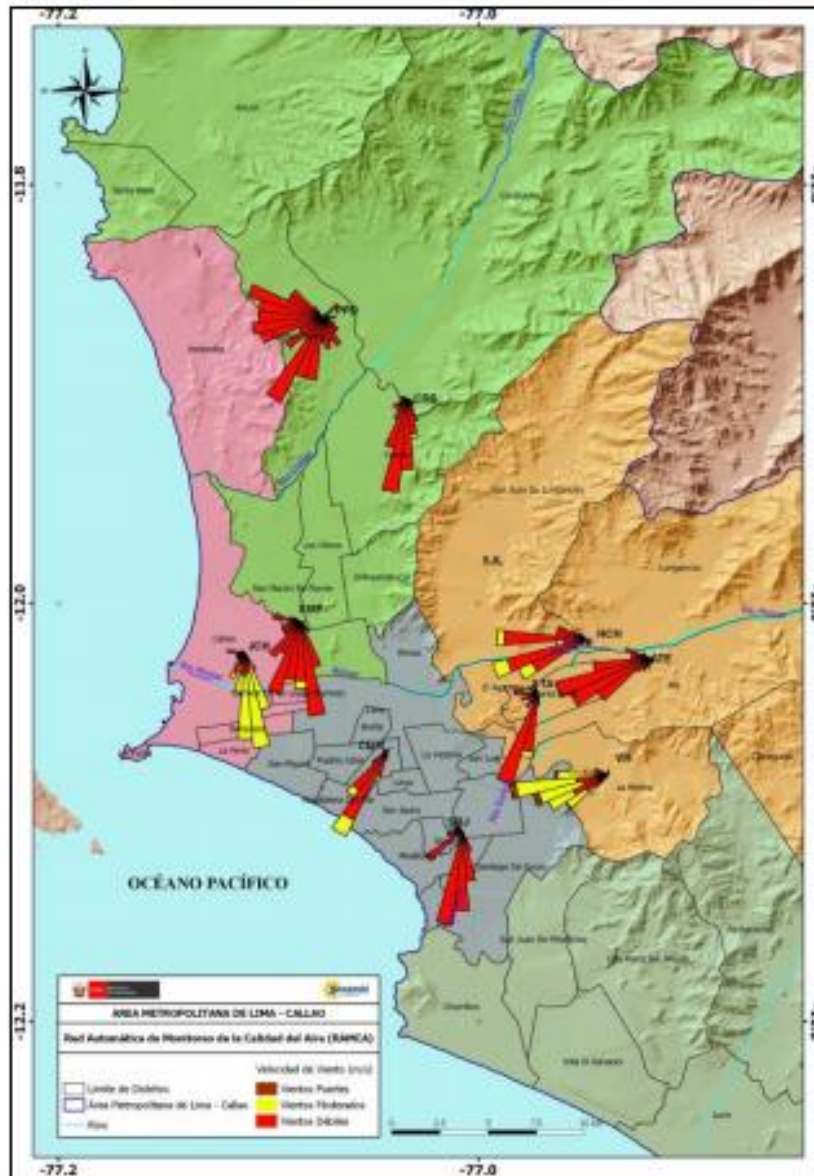
El Informe Nacional del Ministerio del Ambiente (2013) sobre la Calidad del Aire, señala que los vehículos motorizados son antiguos y los combustibles son de pésima calidad; de igual forma, Roberts (2001) indica que entre los contaminantes más importantes derivados de los combustibles fósiles (diesel, gasolina, petróleo y gas) son: el material particulado (PM), Dióxido de Azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO); mientras que, el SENAMHI (2018) y el trabajo de campo de la presente investigación corrobora estas afirmaciones teóricas, al haberse encontrado en el aire del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, el monóxido de carbono ($\text{CO} = 1234.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$), el dióxido de azufre ($\text{SO}_2 = 6.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$), material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros ($\text{PM}_{10} = 112.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$), material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros ($\text{PM}_{2.5} = 32.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$); sin embargo, los valores que excedieron el estándar establecido por el ECA e INCA fueron solo los del material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.

En consecuencia, los contaminantes por el parque automotor lo constituyen el Dióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO), el $\text{PM}_{2.5}$ y el PM_{10} ; estos dos últimos considerados también contaminantes integrantes del smog de fábricas y por residuos sólidos, aspecto que ha sido precisado por el entrevistado 1 y 2.

Con el apoyo de la Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire del SENAMHI ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo por consideraciones estratégicas al tener en cuenta la dirección del viento de Sur a Nor Este, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), los lanzamientos de radiosonda y los criterios establecidos en el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos establecido por el Ministerio de salud (MINSa), se conoció la estructura vertical de la atmósfera; estableciendo que el máximo de la capa de mezcla es la base de la inversión térmica que impide la dispersión vertical de los contaminantes atmosféricos; en consecuencia su dispersión es horizontal, ello, contribuye al aumento de las enfermedades respiratorias de los sectores expuestos. Asimismo, es relevante señalar de forma general que el SENAMHI tuvo en cuenta el estudio del movimiento de los vientos cada año publicado en sus boletines mensuales.

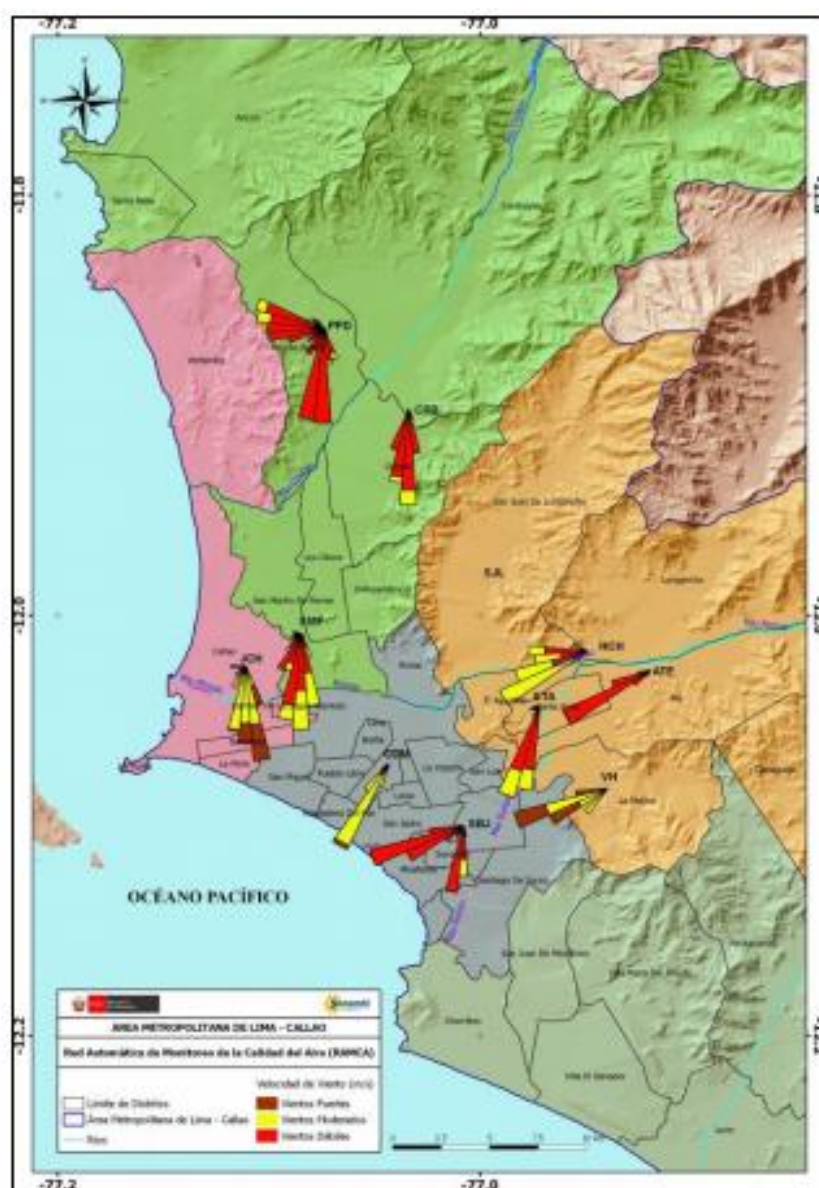
Asimismo, entre las limitaciones del estudio no pudo ubicarse información respecto a la dispersión del viento para el mes de Agosto del 2018; sin embargo de manera referencial se ubico esta dispersión para el mes de Septiembre del 2018, efectos que siempre resultan similares con los meses contiguos; se presentan las figuras siguientes:

Figura 2: Rosa de viento para el horario diurno del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.



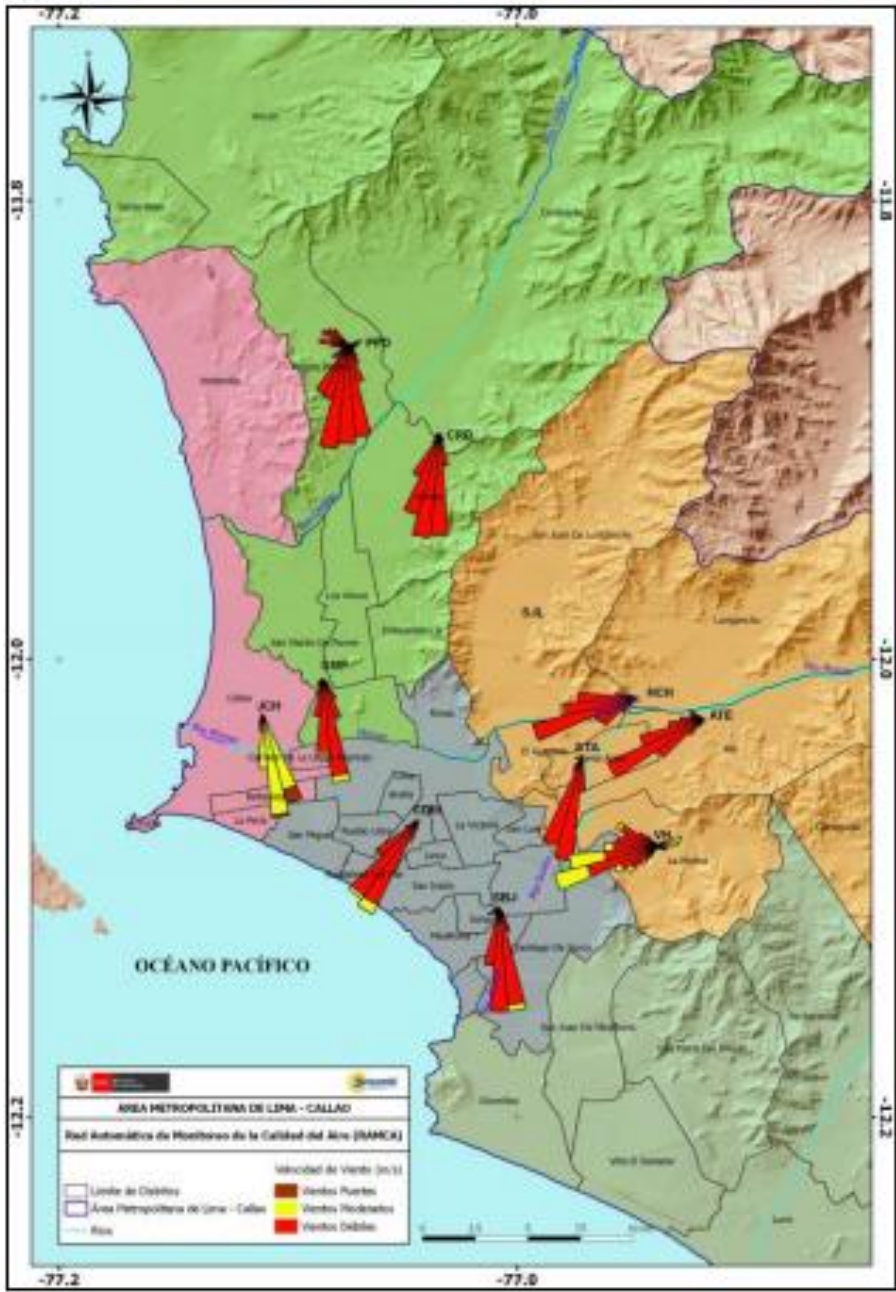
Fuente: Senamhi (2018). Boletín Mensual Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana

Figura 3: Rosa de viento para el horario vespertino del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.



Fuente: Senamhi (2018). Boletín Mensual Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana

Figura 4: Rosa de viento para el horario nocturno del mes de setiembre 2018 en el área metropolitana de Lima – Callao.



Fuente: Senamhi (2018). Boletín Mensual Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana.

Por otro lado, se recibieron las mediciones para los gases: Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono registradas durante el mes de agosto del año 2018, teniendo en cuenta la humedad al 99% que se registra en casi todo el año en el citado distrito, una temperatura promedio de 16.8° y con una velocidad del viento promedio de 3.5 Km/h.

Con relación al *Dióxido de Azufre (SO₂)*, se identificó que durante el periodo del 1 al 15 de agosto del 2018, el aire no tuvo contaminación significativa por este gas; sin embargo, se describe que el mayor índice que presentó Villa María del Triunfo respecto al SO₂, ha sido el 11 de agosto con un índice de 43.47, valor significativamente cercano a la otra clasificación de Moderado; cabe resaltar que el SENAMHI no registro medidas de este gas en el periodo de 16 al 31 de agosto; motivo por el cual, no fue posible su procesamiento y calificación. Es relevante señalar que estos resultados aparentemente contravienen en parte la realidad empírica; toda vez que, es observable la contaminación del aire por los gases del parque automotor, en el sector de Nueva Esperanza, vías utilizadas por la mayor cantidad de vehículos de transporte urbano que tienen la ruta Lima-VMT-Villa El Salvador; sin embargo, la explicación se encontraría en lo señalado por la Secretaría General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007) al precisar que la dispersión de los gases emanados por los vehículos contamina de forma directa a las personas que se encuentran en el interior del radio de acción; explicación que es corroborado por el entrevistado 1.

Con relación al *Monóxido de Carbono (CO)* la información se procesó considerando los parámetros del ECA y los valores calculado para la determinación

del INCA, distribuyéndose técnicamente los valores en tres grupos de 8 horas cada uno; el primer grupo de 00.00 a 07.00 horas; el segundo de 08.00 a 15.00 horas y el tercero de 16.00 a 23.00 horas; se han obtenido índices de contaminación del aire significativamente menores a 50; quiere decir que bajo este presupuesto, durante el mes de agosto 2018 en el sector de Nueva Esperanza - Villa María del Triunfo, el aire no se ha visto contaminado por el CO; asimismo, con la finalidad de conocer si existe contaminación del aire en la denominada hora punta en nuestra país de 06.00 a 13.00, se agruparon convenientemente los índices obtenidos, dando como resultado que tampoco se ha generado contaminación del aire por CO en este periodo.

Respecto *al PM_{2.5}* se estableció que en los días 10, 11, 12, 15, 20, 21 y 27 de agosto del 2018, se produjo contaminación del aire por material particulado PM_{2.5} en el distrito de Villa María del Triunfo, constituyendo la cuarta parte del mes; de los cuales, el día de mayor contaminación ha sido el 20 de agosto con 130.93; es relevante precisar que, si bien la mayor cantidad de días se han registrados valores con la calificación de MODERADO y un solo valor de BUENO (5 de agosto – 49.56), el 17 de agosto se registró el índice de limite más alto de la calificación MODERADO igual a 99.38; seguido del 16 de agosto con 96.06; y, el día 31 de agosto con 94.11; valores relevantes por encontrarse cerca a la calificación de MALA; resultados que corroboran lo señalado por los entrevistados 1, 2 y 4.

En este contexto, al establecer que durante el mes de agosto se detectó la contaminación del aire específicamente por el PM_{2.5}; es importante expresar que el PM_{2.5} es una mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánica e

inorgánicas que se encuentran suspendidas en la atmósfera proveniente de diferentes fuentes, las que varían mucho en tamaño y composición (D'Amato 2000); Pope y Dockery, (2006) agrega que las partículas con un diámetro inferior a 10 μ (PM₁₀) son inhalables y las partículas inferiores a 2,5 μ son la fracción fina de PM₁₀ y pueden alcanzar las vías aéreas inferiores. Asimismo, la DIGESA (2005) señala que el PM_{2.5} se produce con mayor preponderancia en las quemas domésticas (residuos sólidos), vehículos motorizados, procesos industriales (smog de fábricas).

Asimismo, para el PM₁₀ no se registró contaminación del aire; sin embargo, los días 15, 16, 20, 21, 27, 30 y 31 de agosto del 2018, se registró significativos índices con la calificación de “MODERADO”, como el 15 con 75.21 μ g/m³, seguido del día 20 con 67.81 μ g/m³, continua el día 21 con 65.44, prosigue el 31 con 64.14, sigue el día 16 con 63.97, el día 30 con 62.58 μ g/m³, culmina el día 27 con 55.66 μ g/m³. Cabe precisar que, si bien la mayor cantidad de días se han registrados valores con la calificación de BUENA y pocos valores con la calificación de MODERADO; es significativo precisar que, el 25 de agosto se registró el índice de límite más alto de la calificación BUENA igual a 50.00; seguido del 10 de agosto con 46.72; y, el día 11 de agosto con 45.84; valores relevantes por encontrarse cerca a la calificación de MODERADO.

Considerando los antecedentes indicados en el Informe Nacional del Ministerio del Ambiente (2013 y 2016), lo señalado por Roberts (2001) respecto a que entre los contaminantes relevantes por el parque automotor se encuentran el SO₂ y el CO; y, el resultado del trabajo de campo para el mes de agosto donde se ha establecido que no

existió contaminación por estos gases en el distrito de Villa María del Triunfo; ello se debería a que en la actualidad el parque automotor no solo en este distrito sino a nivel nacional se ha renovado, la gran mayoría de vehículos de transporte público y privado, ya no utilizan la gasolina y el Diesel; prefieren utilizar el Gas Licuado de Petróleo (GLP) o el Gas natural (GNV) que son combustibles con menor costo, y menos contaminantes.

Es importante expresar que el resultado de las mediciones están condicionados a la dispersión del aire que conduce a los contaminantes; sin embargo, es significativo recalcar en el caso de la contaminación por el parque automotor, esta se da directamente; en este sentido, la Secretaría General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007) precisa que las áreas urbanas y sus alrededores son más seriamente afectadas por la contaminación vehicular, la cual se relaciona con la salud humana, en la visibilidad, y daños ambientales y sobre diferentes materiales. En efecto, una fuente importante de contaminación está constituida por el sector automotor y esta contaminación está ligada a múltiples factores tales como el tamaño del parque automotor, su antigüedad, carencia de infraestructura adecuada, precio y calidad de los combustibles, mantenimiento de la flota, deficiencias en transporte público y deficiencia de instrumentos tributarios y de control. Los problemas ligados al transporte en las grandes ciudades, tales como el congestionamiento vial, generan altas concentraciones de CO, SO₂ y partículas. Se ha identificado que entre las causas que agudizan la contaminación por emisiones vehiculares son la calidad del combustible, la congestión vehicular, el parque automotor obsoleto.

Con relación al comportamiento del *Dióxido de Nitrógeno (NO₂)* el SENAMHI no registro información respecto a la contaminación del aire por este gas.

Al realizar las comparaciones cuantitativas de los resultados entregados por el SENAMHI sin ser procesados y el estándar de calidad del aire (ECA) que tiene sus propios parámetros, el resultado es el que aparece en la tabla 29.

Tabla 29: Comparación de los valores de los contaminantes obtenidos del SENAMHI correspondiente al mes de Agosto 2018 y el Estándar de Calidad del Aire (ECA).

Parámetros	Periodo	Valor ECA (µg/m ³)	Valores del trabajo de campo
Dióxido de Azufre	24 horas	250 µg/m ³	8.67 µg/m ³
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM_{2.5})	24 horas	50 µg/m ³	32.73 µg/m ³
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras PM₁₀	24 horas	100 µg/m ³	112.82 µg/m ³
Monóxido de Carbono	1 hora	30000 µg/m ³	1600.800 µg/m ³

Fuente: Elaboración propia con información del SENAMHI (2018)

Respecto al Dióxido de Azufre SO₂ el valor máximo alcanzado durante 24 horas fue de 8.67µg/m³, valor que no sobrepasa el ECA igual a 250 µg/m³; con relación al NO₂ no es posible la comparación por cuanto el SENAMHI no registró valores para el mes de Agosto 2018; en cuanto al PM_{2.5} el máximo valor registro por el SENAMHI fue de 32.72 µg/m³, cifra que tampoco sobrepasa el ECA igual a (50 µg/m³); sin embargo, en este contaminante, al haber sido comparado con el INCA su máximo valor registrado en el mes de estudio, si sobrepasó el valor permitido (130.9), encontrándose en el nivel de malo (101-500-Anaranjado); en lo que respecta al PM₁₀, el máximo valor registrado por 24 horas durante el mes de estudio (112.82

$\mu\text{g}/\text{m}^3$) sobrepasó el límite permitido por el ECA igual a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; aspecto que, contrariamente al ser procesado al valor INCA (75.21) este no sobrepasó el límite permitido, encontrándose en el nivel de moderado (51-100-Amarillo); con relación al CO, el valor máximo registrado por hora en el mes de estudio fue de $1600.800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cifra que no sobrepasa el EC igual a (3000); tampoco sobrepasa el INCA.

Cabe señalar que la investigación de Pacsi (2016), en el periodo del 2001 y 2014. Los resultados muestran que el PM_{10} no sobrepasan los Estándares de Calidad del aire (ECA) del Perú.

De igual forma, comparando la información estadística de los boletines mensuales publicados por el SENAMHI (2018), Informes Técnicos del INEI (2016-2017), los mismos que en resumen se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30: Comparación de valores ECA, trabajo de campo informes y boletines SENAMHI.

Contaminantes	VALORES ECA	DATOS DEL TRABAJO DE CAMPO	INFORME INEI 2016	INFORME INEI 2017	BOLETINES SENAMHI 2018			
		AGO 2018	AGO 2016	AGO 2017	SEP	OCT	NOV	DIC
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$112.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$57.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$158,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$196.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	N.S.D	$185 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$231.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$32.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$42,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$37.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	N.S.D	$36 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$34.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$6.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	N.S.D	$4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	N.S.D
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$10,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1234.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$857.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Por debajo de estándar	$1925.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1802	$1879.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$2885.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Elaboración propia con información del SENAMHI (2018)

Teniendo en cuenta los valores estándar del ECA se efectúa la comparación con los valores del trabajo de campo obtenido con apoyo del SENAMHI, los valores obtenidos para el mes de agosto 2016 y 2017 por el INEI; y los valores obtenidos de los boletines mensuales del SENAMHI 2018 en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre; del análisis se establece que, en Villa María del Triunfo existió contaminación del PM_{10} ($\mu g/m^3$) igual a 112,82 (valor superior al estándar igual a 100); asimismo, también se establece que para los meses de agosto (2017), septiembre, noviembre y diciembre (2018) el citado material particulado excedió el estándar ECA; e incluso superó el valor del mes de agosto 2018; pero comparado con el mes de agosto 2016 el PM_{10} no superó el estándar.

De igual forma para el $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$), del análisis se establece que, en Villa María del Triunfo durante los meses comparados del 2016 (agosto), 2017 (agosto) y 2018 (septiembre, noviembre y diciembre), valores del trabajo de campo (agosto 2018), con los valores ECA; se estableció que no ha existido contaminación de este material particulado.

Respecto al Dióxido de Azufre (SO_2), del análisis se establece que, en Villa María del Triunfo durante los meses comparados del 2016 (agosto), 2017 (agosto) y 2018 (septiembre, noviembre y diciembre), valores del trabajo de campo (agosto 2018), con los valores ECA; no ha existido contaminación de este material particulado; siendo los valores registrados significativamente muy bajos.

Asimismo, para el Monóxido de carbono (CO) del análisis se establece que, en Villa María del Triunfo; no ha existido contaminación de este material particulado durante los meses expuestos a comparación; siendo los valores registrados significativamente muy bajos.

Cabe señalar que el presente análisis comparativo también comprende la contaminación del aire por el smog de las fábricas y los residuos sólidos que contienen los contaminantes comparados.

Como se ha expresado en el análisis de la dimensión precedente, solo se ha encontrado contaminación del aire durante el mes de agosto del 2018 en el distrito de Villa María del Triunfo, por el $PM_{2.5}$; sin embargo, no es posible determinar los porcentajes de este contaminante específicamente para el smog de las fábricas, o para gases del parque automotor o residuos sólidos; por cuanto la muestra de aire obtenida con apoyo del SENAMHI, ha sido tomada del espacio atmosférico donde se ubica la Estación de Monitoreo en el sector de Nueva Esperanza; cabe precisar que, no existen mediciones directas de la calidad del aire, con muestras recogidas en el foco contaminante donde se observan la presencia de los gases producidos por los vehículos.

Particularmente la cementera UNACEM, ubicado en la Avenida Atocongo N° 2440 sector de nueva Esperanza; constituye un contaminante del $PM_{2.5}$; afirmación que es confirmada por los entrevistados 1 y 2; y, por Sagástegui (2012) en su investigación citada en el marco teórico estableció que en la fábrica de Unión Andina

de Cemento - Lima (UNACEM-Lima) ubicada en Villa María del Triunfo, al señalar que el proceso productivo de una cementera tiene siempre el riesgo común de la contaminación, el polvo fugitivo es una de ellas y se le conoce como todo desprendimiento incontrolable, no deseable, imprevisto y que suelen escaparse del sistema de control de contaminación de la empresa; Asimismo, con el tiempo producen costos ocultos que a lo largo del año se tornan importantes y se relacionan con los daños en la salud, afirmación también precisada por la entrevistada 3. Por otro lado, Salinas (2012) estableció que la exposición a $PM_{2.5}$ y PM_{10} $\mu g/m^3$ se relacionan de forma negativa con la salud de los pobladores expuestos, ya que se asocia a un déficit en la función pulmonar, aumento de síntomas respiratorios y enfermedades; en ese contexto, De la Paz (2013) sugiere que la información de gases contaminantes como el PM_{10} y el $PM_{2.5}$ es útil para las autoridades ambientales en la determinación de medidas de eliminación, reducción o control de las fuentes generadoras y por consiguiente de gran aporte para las iniciativas en programas de protección de la salud pública; asimismo, es relevante señalar lo establecido por Sanhueza, Vargas y Jiménez (2006) respecto al PM_{10} en las ciudades de Temuco y Padre de Las Casas –México, en el sentido que encontró una relación positiva entre el PM_{10} y tres eventos de mortalidad: respiratoria total, cardiovascular total y cardiorrespiratorias; afirmaciones que han sido corroboradas por la entrevistada 3; al precisar que, durante el mes de Agosto se atendieron a los pobladores del sector de Nueva Esperanza comúnmente con problemas respiratorios.

Se ha señalado que la DIGESA (2005) elaboró un cuadro donde precisa que los contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} , también se encuentran en las quemas

domésticas, las mismas que guardan relación con los residuos sólidos; por lo tanto, también se encuentran en los gases que emanan de la descomposición de la basura el $PM_{2.5}$ y PM_{10} .

En consecuencia, se asume también que los resultados encontrados para el mes de agosto, respecto a la contaminación del aire por el $PM_{2.5}$ en Villa María del Triunfo, también son producidos por los residuos sólidos, especialmente cuando son quemados; situación que ha sido verificada del trabajo de campo realizado en diferentes fechas del mes de agosto del 2018 y de diferentes arterias de Villa María del Triunfo, conforme las fotografías que se anexan y lo corroborado por los entrevistados 3 y 4; además, este hecho real, es corroborado por los diferentes medios de comunicación citados en el marco teórico como Radio Programas del Perú (RPP, 2017) y por los documentos normativos del MINAM, MINSA, DIGESA y la Municipalidad de Villa María del Triunfo; quienes han declarado en emergencia el distrito por la acumulación excesiva de residuos sólidos. Además, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM, 2004) precisó que la práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados "botaderos", es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población; así también, Escalona (2014) estableció que los principales daños a la salud y el medio ambiente están causados por la ausencia de condiciones adecuadas como la voluntad gubernamental que garantice un sistema de eliminación y recogida eficiente y en tiempo real de residuos sólidos.

Se ha establecido la existencia de contaminación del aire en Villa María del Triunfo, específicamente por el $PM_{2.5}$; esta realidad al ser contrastada con los

hallazgos encontrados respecto a la atención y tratamiento hospitalario de los pobladores en los centros de salud del distrito igual a 2,515 atenciones y la población del sector de nueva esperanza proyectada por el INEI igual a 73,815 para el año 2018; se verificó que entre las enfermedades comunes tratadas durante el mes de agosto 2018 se encuentran las respiratorias, como las faringitis agudas, la rinofaringitis aguda-Rinitis aguda y la bronquitis aguda; el asma, enfermedad que si bien pertenece al grupo de las enfermedades respiratorias, se ha considerado tenerla por separada, ya que, la OMS, las investigaciones que se han realizado sobre el tema, han señalado que esta enfermedad es propensa a ser adquirida por los gases del parque automotor; en ese contexto; entre las enfermedades digestivas se encuentra la parasitosis intestinal, las infecciones intestinales; y las enfermedades alérgicas y dermatológicas; toda vez que, la piel es sensible y su irritación comúnmente se produce por contaminantes ambientales a la que se expone; en consecuencia es objetivo inferir que la contaminación del aire se relaciona de forma negativa e inversamente proporcional en la salud de los pobladores; en consecuencia la muestra afectada corresponde al 3.4% respecto del total de la población; aspectos que han sido corroborados por la entrevistada 3.

Afirmaciones que son corroboradas por el artículo de investigación realizado por Romero Et. Al. (2006) quien estableció que existen evidencias que relacionan significativamente los contaminantes atmosféricos y el incremento de las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias. Romero, et. Al (2004) señalaron que los estudios epidemiológicos precisan que la exposición a diferentes contaminantes ambientales, incluso a niveles por debajo de las normas internacionales, se relacionan

con el incremento en la incidencia de asma, severidad en el deterioro de la función pulmonar, así como mayor gravedad en la presentación de las enfermedades respiratorias de niños y adolescentes (p. 9). La relación entre la exposición a material particulado (humo y PM_{10}) y la salud, se han documentado en diferentes estudios, aunque solo algunos han investigado el impacto del humo sobre la salud de los ciudadanos con crisis aguda de asma bronquial (Romero E. Al., 2004, p. 9).

Además Romero Et. Al. (2006) corrobora la afirmación de que los principales contaminantes que se relacionan con la salud de los individuos, se encuentran los que provienen de emisiones primarias o transformaciones atmosféricas. Los vehículos automotores son la fuente más importante de algunos de estos contaminantes (en particular el monóxido de carbono), óxidos de nitrógeno, en menor proporción. Los contaminantes y sus derivados pueden producir efectos adversos a la salud, e interactuar y alterar las moléculas indispensables para los procesos bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano. Tres factores condicionan el riesgo de lesión tóxica por estas sustancias: sus propiedades físico-químicas, las dosis de las sustancias que entran en contacto con los tejidos críticos y la respuesta de estos a las sustancias.

De igual forma Reupo (2018), corroboró lo afirmado por los autores citados y el resultado del trabajo de campo, al establecer la relación del PM_{10} en la incidencia de las enfermedades respiratorias agudas altas y bajas en la población del distrito de Ate, Lima entre el periodo 2014-2015.

Es relevante señalar que existe una empresa Unión de Concretaras (UNICOM) que ha incorporado a su prestación de servicio, el Sistema de Gestión Integrado (SGI), de estándares internacionales como ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, entre otros; permitiéndoles ofrecer una gestión socio ambiental responsable y de no afectación a la salud y la seguridad de sus empleados; asimismo, durante la labor del año 2015, disminuyeron en un 11% el consumo de combustibles y al 25% las emisiones de gases de efecto invernadero; además viene implementando una gestión de mitigación de los impactos ambientales y sociales producidos por el transporte de insumos. Por lo tanto, si es posible que la empresa cementera UNASEM intente implementar este sistema para disminuir los índices de contaminación del aire que produce en el sector de Nueva Esperanza.

VI. CONCLUSIONES

- A. Se ha determinado la relación inversa de la contaminación del aire por gases emanados del parque automotor y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de Agosto del 2018; por cuanto, si bien los valores registrados del SO_2 y el CO del trabajo de campo para el mes de agosto 2018 en Villa María del Triunfo, no sobrepasaron los límites del ECA e INCA, asimismo, no se registraron valores para el NO_2 ; sin embargo, existen un número significativo de atenciones por enfermedades respiratorias en los pobladores del citado sector; siendo las más tratadas las faringitis aguda con un total de 889 atenciones, la Rinofaringitis aguda-Rinitis aguda con 840 atenciones, la bronquitis aguda con 219 atenciones; en el caso del asma, enfermedad propensa de adquirir por los gases del parque automotor, se registraron un total de 114 atenciones por Asma no especificado, asma de aparición tardía y Bronquitis asmáticas/SOB Sibiliancia, HIP; en consecuencia, a mayor contaminación del aire por gases del parque automotor, menor salud; o a menor contaminación del aire por gases de parque automotor, mayor salud.
- B. Se ha evaluado la relación de la contaminación del aire por el smog producido de la fábrica cementera UNACEM y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de Agosto del 2018;estableciendo que los valores registrados del trabajo de campo para el $\text{PM}_{2.5}$ comparado con el ECA, estos no sobrepasaron el límite

permitido; sin embargo, procesado al INCA y comparado con su estándar, se estableció que en seis días si existió contaminación del aire por este material: día 20 (130.93), día 21 (125.13), día 27 (117.54), día 15 (117.42), día 11 (110.81) y el día 10 (109.76); asimismo, los valores registrados para el PM_{10} comparado con el ECA este sobrepasó el límite permitido; el día 15 (112.82) y el día 20 (101.72); resultados que se relacionan inversamente con la salud de los citados pobladores, habiéndose registrado 3 atenciones por enfermedades cardiovasculares y 12 atenciones por enfermedades pulmonares; en consecuencia, a mayor contaminación del aire por smog producido por la fábrica cementera UNACEM, menor salud; o a menor contaminación del aire por smog producido por la fábrica cementera UNACEM, menor salud.

- C. Se ha descrito la relación de la contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de Agosto del 2018; por cuanto, se evidenció grandes cúmulos de basura en las diferentes calles del sector de Nueva Esperanza; se conoció la falta del servicio de recojo de residuos sólidos al existir una deuda económica del Municipio, con la empresa contratada quien dejó de prestar el servicio desde hace tres meses aproximadamente; asimismo, los valores establecidos para el $PM_{2.5}$ y PM_{10} también ponen en evidencia la contaminación del aire por residuos sólidos; en consecuencia, se establece la relación inversa con la salud de los pobladores principalmente en las enfermedades propensas a esta contaminación las cuales son la dermatitis, enfermedades digestivas como la

parasitosis intestinal con 116 atenciones y las infecciones intestinales debidos a otros organismos sin especificar con 110 atenciones; por lo tanto, a mayor contaminación del aire por residuos sólidos, menor salud; o a menor contaminación del aire por residuos sólidos, mayor salud.

Por lo tanto, la contaminación del aire se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de Agosto del 2018.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Respecto a los vehículos motorizados, se debe prohibir la importación de vehículos usados por lo menos mayores a cinco años de antigüedad; encargar al Ministerio de Transportes la medición permanente del aire en lugares específicos de afluencia del tránsito vehicular; viabilizar el tránsito, mejorando las pistas y elaborando un sistema de tránsito vehicular que descongestione las actuales rutas congestionadas. Actualmente, Villa María del Triunfo se encuentra en emergencia sanitaria; en consecuencia, es importante que se disponga la intervención inmediata de la Dirección de Salud, a través de la designación de médicos específicamente pediatras en los centros de salud del distrito; para atender las enfermedades que puedan padecer los pobladores a consecuencia de la contaminación de gases producidos por el parque automotor y otros; asimismo, se sugiere la creación de un sistema de registro de enfermedades predispuestas a contraer por los efectos de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y el CO, en una plataforma virtual abierta; así como, las atenciones de los pobladores. Es conveniente que las autoridades competentes dispongan de un presupuesto para la inversión de estaciones de monitoreo de la calidad del aire que permitan realizar con mayor precisión mediciones, en radios de acción específicos y de manera inmediata donde los contaminantes se exponen e inician su dispersión en el aire; asimismo, determinar el nivel de contaminación por parte de los gases del parque automotor, smog de fábricas y residuos sólidos.

- B. Para reducir la contaminación de material particulado en el aire, por la cementera UNACEM, es necesario reubicar a esta fábrica en un sector alejado de la población; cumpliendo con las normas vigentes e implementado un sistema de gestión para disminuir la contaminación como lo viene ejecutando la empresa UNICOM; asimismo, se sugiere la implantación de vegetación sostenible y plantas absorbentes de contaminantes en espacios públicos, pero fundamentalmente en inmediaciones de la ubicación de cementera UNACEM; para contrarrestar la contaminación existente por dispersión del material particulado generado por la elaboración del cemento.
- C. Para controlar y disminuir la contaminación del aire por residuos sólidos; es importante el tratamiento de la basura en rellenos sanitarios que pueden construirse en sectores alejados a la población de Villa María del Triunfo; este financiamiento y creación del sistema, bien puede ser responsabilidad del municipio, con apoyo del gobierno central; asimismo, la Municipalidad de Villa María del Triunfo, debe asumir acciones inmediatas en coordinación con la Municipalidad de Lima para que, se reordene y planifique el recojo de residuos sólidos en el distrito.

VIII. REFERENCIAS

- Adriaanse, A. (1992). *The Development of Environmental Policy Indicators in The Netherlands*. Holanda: Ministerio de Vivienda, Planeación Física y Medio Ambiente.
- Andrade Torres, J. (2007). *Modelos evaluativos de optimización y de simulación de Sistemas*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Aris RM., Christian D., Hearne PQ., Kerr K., Finkbeiner WE., & Balmes JR. (1993). Ozone-induced airway inflammation in human subjects as determined by airway lavage and biopsy. *Am Rev Respir Dis., CIL(51)*, 1363-72.
- Armitage AK., Turner DM., & Turner DM. (1970). Absorption of nicotine in cigarette and cigarmoke through the oral mucosa. *Nature(226)*, 1231-2.
- Baird, C. (2001). *Química Ambiental*. España: Editorial Reverté S.A.
- Balmes JR., Aris RM., Chen LL., Scannell C., Tager IB., Finkbeiner W., & et al. (1997). Airway inflammation and responsiveness to ozone in normal and asthmatic subjects. *Res Rep Health Eff Inst.(78)*, 1-37.
- Bascom R., Bromberg PA., Costa DL., Devlin R., Dockery DW., Frampton MW., & et al. (1996). Health effects of outdoor air pollution. *Am J Respir Crit Care Med.(153)*, 3– 50.
- Bayram H., Sapsford RJ., Abdelaziz MM., & Khair OA. (2001). Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients in vitro. *J Allergy Clin Immunol(107)*, 287–94.
- Bell, M., & Samet, J. (2005). Air Pollution. En H. Frumkin, *Environmental Health: From Global to Local* (Primera ed., págs. Pp. 331-361). San Francisco.
- Bello, S. (1988). Efectos de la contaminación atmosférica sobre el sistema respiratorio. *Enfermedades Respiratorias Cir. Torác.(4)*, 151-158.
- Bello, S., & Oyarzún, M. (1991). Efectos adversos para la salud de los contaminantes atmosféricos. *Revista Chilena Enfermedades Respiratorias(7)*, 198-205.
- Blomberg A., Krishna MT., Helleday R., Söderberg M., Ledin MC., Kelly FJ., & et al. (1999). Persistent airway inflammation but accommodated antioxidant and lung function responses after repeated daily exposure to nitrogen oxide. *Am J Respir Crit Care Med.(159)*, 536-43.
- Boubel, R. W., Fox, D. L., Turner, D. B., & Stern, A. C. (1994). *Fundamentals of Air Pollution* (third ed.). San Diego: Academic Press Inc.

- Boushey, H. A., Sheppard, D., & Tager, I. (1994). Air pollution. En J. F. Murray, & J. A. Nadel, *Textbook of Respiratory Medicine* (Vol. II). Philadelphia W.B., Pensilvania, Estados Unidos.
- Bouthillier L., Vincent R., Goegan P., Adamson IYR., Bjamason S., Stewart M., & et al. (1998). Acute effects of inhaled urban particles and ozone. Lung Morphology, Macrophage Activity, and plasma endothelin-1. *Am J Pathol*(153), 1873-84.
- Brimblecombe, P. (2003). *Air Pollution Reviews: The Effects of Air Pollution on The Build Environment* (Vol. II). Reino Unido: Editorial Imperial College Pres.
- Castranova V., Ma JYC., Yang HM., Antonini JN., Butterworth L., Barger MW., & et al. (2001). Effect of exposure to diesel exhaust particles on the susceptibility of the lung to infection. *Environ Health Perspect*, CIX((suppl 4)), 609-12.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia de Ambiente. (2005). *Manual de Autoinstrucción: Orientación para el Control de la Contaminación del Aire*. Estados Unidos: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia de Ambiente. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_orientacion/
- Chávarry Rojas, H. (2014). II Charla Verde del ciclo 2014-1. *Contaminación del aire en el Perú*. Lima: Universidad de Lima. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de <http://www.ulima.edu.pe/departamento/centro-de-estudios-ambientales-cea/noticias/la-contaminacion-del-aire-en-el-peru>
- Chow, J. C. (1995). Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air Quality Standards for Suspended Particles. *Journal Air & Waste Manage, Association*(45), 320-382.
- Choy Rossi, L. (2014). *Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte en Lima cuadrada*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cisniega Rojas, D. G. (2002). Contaminación del aire urbano: Efectos de la radiación solar. *XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental . XVIII*. Cancún: FEMISCA. Recuperado el 10 de Febrero de 2019
- Conferencia Nacional de Monitoreo del Aire Ambiental. (noviembre de 2009). *Grimm*. Obtenido de Grimm: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/2009conference/GrimmNashville.pdf>
- Congreso de la República. (10 de julio de 2000). Ley N° 27314 de los residuos sólidos. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República. (27 de marzo de 2003). Ley N° 27972. *Ley Orgánica de Municipalidades*. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.

- Consejo Directivo del Sector Transporte del Grupo del Banco Mundial. (2007). *Transporte seguro, limpio y accesible en pos del desarrollo. Estrategia de negocios del Grupo del Banco Mundial relativa al transporte para 2008 – 2012*. Washington, D.C. : Grupo del Banco Mundial .
- Consejo Nacional del Ambiente. (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Lima, Perú: Organización Pabamericana de la Salud, Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Dirección General de Salud (DIGESA). Recuperado el 15 de junio de 2018, de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf
- Correia-Deur, J. E. (Marzo de 2007). Contaminación del aire exterior y enfermedades alérgicas de la vía aérea. *Ciencia y Trabajo*(23), 23-29. Recuperado el 2 de septiembre de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/242089831_Contaminacion_del_Aire_Exterior_y_Enfermedades_Alergicas_de_la_Via_Aerea
- Correo. (17 de enero de 2018). acumulación de basura en calles pone en colapso a VMT tras detención de alcalde. *Diario Correo*. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/acumulacion-basura-pone-vmt-alcalde-797967/>
- D'Amato G., Liccardi G., D'Amato M., & Cazzola M. (2002). Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma. *Eur Respir J.*(20), 763-76.
- D'Amato, G. (2000). Urban air pollution and plant-derived respiratory allergy. *Clin Exp Allergy*, XXX(6), 28-36.
- Davies, R. J., Rusnak, C., & Devalia, J. L. (1998). Why is allergy increasing? – environmental factors. *Clin Exp Allergy*. 28(S6):8-14, XXVIII(S6), 8-14.
- De la Paz Cortés Araujo, J. (2013). *Evaluación de la contaminación atmosférica en el aire ambiente de manizales por COPs Y PM₁₀*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Recuperado el 27 de abril de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/12171/1/4101005.2013.pdf>
- Defensoría del Pueblo. (2009). *Informe Defensorial N° 134: La Calidad del Aire en Lima y su Impacto en La Salud y La Vida de sus Habitantes: Seguimiento de las recomendaciones defensoriales*. Lima.
- Devalia JL., Campbell AM., Sapsford RJ., Rusznak C., Quint D., Godard P., & et al. (1993). Effect of nitrogen dioxide on synthesis of inflammatory cytokines expressed by human bronchial epithelial cells in vitro. *Am J Respir Cell Mol Biol*, IX(3), 271–8.

- Devlin RB., McDonnell WF., Mann R., Becker S., House D., & Schreinemachers D. (1991). Exposure of humans to ambient levels of ozone for 6.6 hours causes cellular and biochemical changes in the lung. *Am J Respir Cell Biol*, IV(1), 72-81.
- Devlin RB., McKinnon KP., Noah T., Becker S., & Koren HS. (1994). Ozone induced release of cytokines and fibronectin by alveolar macrophages and airway epithelial cells. *Am J Physiol*(266), L612-9.
- Diario Exitosa. (20 de noviembre de 2018). Cuidado VMT Y Comas lideran los focos de acumulación de basura. *Exitosa*. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de <https://exitosanoticias.pe/cuidadovmt-y-comas-lideran-los-focos-de-acumulacion-de-basura/>
- Diaz-Sanchez D., Penichet-Garcia M., & Saxon A. . (2000). Diesel exhaust particles directly induce activated mast cells to degranulate and increase histamine levels and symptom severity. *J. Allergy Clin Immunol*(106), 1140–1146.
- Diaz-Sanchez, D. (1997). The role of diesel exhaust particles and their associated polyaromatic hydrocarbons in the induction of allergic airway disease. *Allergy*, LII(38), 52–58.
- DIGESA. (2005). *Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental.
- Dockery, D. W., Cunningham, J., Damokosh, A. I., Neas, L. M., Spengler, J. D., Koutrakis, P., . . . Speizer, F. E. (2006). Health Effects of Acid Aerosols on North American Children: Respiratory Symptoms. *Environmental Health Perspective*, CIV, 500-505. Recuperado el 19 de septiembre de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1469356/pdf/envhper00336-0048.pdf>
- Drumm., K., Schindler H., Buhl R., Kistner E., Smolarski R., & Kienast K. (1999). Indoor air pollutants sinterleukin-8 specific mRNA expression and protein secretion of alveolar macrophages. *Lung*(177), 9–19.
- El Comercio. (22 de enero de 2018). Villa María del Triunfo: calles siguen llenas de basura. *El Comercio*.
- Ellwood, P., Asher, M. I., Beasley, R., Clayton, T. O., & Stewart, A. W. (Enero de 2005). The international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC): phase three rationale and methods. *Int J Tuberc Lung Dis*, IX(1), 6-10.
- Elsom, D. M. (1992). *Atmospheric pollution: a global problem* (Second edition ed., Vol. III). Oxford, Reino Unido: Blackwell.
- Enkerlin Hoeflich, E., Cano, G., Garza, R., & Vogel, E. (1997). *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. México: Thomson.

- Escalona Guerra , E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, LII(2), 270-277. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n2/hig11214.pdf>
- Friedman MS., Powell KE., Hutwagner L., Graham LM., & Teaque WG. (2001). Impact of changes in transportation and commuting behavior during the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma. *Jam Med Assoc.*(285), 897-905.
- Frye C., Hoelscher B., Cyrus J., Wjst M., Wichmann HE., & Heinrich J. (2003). Association of lung function with declining ambient air pollution. *Environ Health Perspect*, CXI(3), 383-7.
- Gallo Torres, T. (2017). *Efectos nocivos del humo de la combustión sobre la salud y el medio ambiente*. Sevilla, España: BPS aldiseño S.L.L. Recuperado el 12 de junio de 2019, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/EFECTOS_NOCIVOS_DEL_HUMO_DE_LA_COMBUSTION_SOBRE_LA_SALUD_Y_EL_MEDIO_AMBIE_NTE_ULTIMO.pdf
- Ghio AJ., Kim C., & Devlin RB. (2000). Concentrated ambient air particles induce mild pulmonary inflammation in healthy human volunteers. *Am J Respir Crit Care Med.*(162), 981-8.
- Gielen MH., Van Der Zee SC., Van Wijnen JH., Van Steen CJ., & Brunekreef B. (1997). Acute effects of summer air pollution on respiratory health of asthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med.*(155), 2105-8.
- Glück U., Schütz R., & Gebbers JO. . (2003). Cytopathology of the nasal mucosa in chronic exposure to diesel engine emission: a five-year survey of Swiss customs office. *Environ Health Perspect*(111), 925-9.
- Graham LM. (2004). All I need is the air that I breath: Outdoor air quality and asthma. *Paediatr Respir Rev.*, V(suppl A), S59-64.
- Heinrich J., & Wichmann HE. (2004). Traffic related pollutants in Europe and their effect on allergic disease. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.*, IV(5), 341-8.
- Heinrich, J., & Slama, R. (2007). Fine particles, a major threat to children. *International Journal Hygienic Environmental Health*(210), 617-622.
- Hoek G., & Brunekreef B. (1994). Effect of photochemical air pollution on acute respiratory symptoms in children. *Environ Res.*(64), 136-50.
- Hoek, G., & Brunekreef, B. (1994). Effect of photochemical air pollution on acute respiratory symptoms in children. *Environ Res*, LXIV, 136-50.
- INEI. (2017). *Estadísticas ambientales Agosto 2017*. INEI, Lima. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

- INEI. (agosto de 2017). *Estadísticas Ambientales agosto 2017*. INEI, Lima. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Compendio Estadístico 2017*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Insunza B., J. C. (2007). *Física: Introducción a la Mecánica y Calor*. Concepción, Chile: Facultad de Ciencias físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción.
- Jaspers I., Flescher E., & Chen LC. (1997). Ozone-induced IL-8 expression and transcription factor binding in respiratory epithelial cells. *Am J Physiol, CCLXXII*(3 Pt1), L504–11.
- Jones GN., Sletten C., Mandry C., & Brantley PJ. (1995). Ozone level effect on respiratory illness: an investigation of emergency department visits. *South Med J., LXXXVIII*(10), 1049-56.
- Jorres R., Nowak D., & Magnussen H. (1996). The effect of ozone exposure on allergenresponsiveness in subjects with asthma or rhinitis. *Am J Respir Crit Care Med.*(153), 56–64.
- Joya, E. (2007). Contaminación del aire exterior y enfermedades alérgicas de la vía aérea. *Revista Ciencia y Trabajo*(23), 23-29.
- Kelly FJ., Mudway I., Krishna MT., & Holgate ST. . (1995). The free radical basis of airpollution: focus on ozone. *Resp Med.*(89), 647–56.
- Kennedy, T., Ghio AJ., Reed W., Samet J., Zagorski J., Quay J., & et al. (1998). Copper-dependent inflammation and nuclear factor-kappaB activation by particulateair pollution. *Am J Respir Cell Mol Biol, XIX*(3), 366–78.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión*. España: Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España SA.
- Knox RB., Suphioglu C., Taylor P., Desai R., Watson HC., Peng JL., & et al. (1997). Majorgrass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhaust particles: implications for asthma and air pollution. *Clin Exp Allergy, XXVII*(3), 246-51.
- Koren HS., Devlin RB., Graham DE., Mann R., McGee MP., Horstman DH., & et al. (1989). Ozone induced inflammation in the lower airways of human subjects. *Am RevResp Dis., CXXXIX*(2), 407–15.
- Kramer U., Koch T., Ranft U., Ring J., & Behrendt H. . (2000). Traffic-related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas. *Epidemiology, XI*(1), 64-70.
- Krishna MT., Chauhan AJ., Frew AJ., & Holgate ST. (1998). Toxicological mechanisms underlying oxidant pollutant-induced airway injury. *Rev Environ Health, XIII*(1-2), 59-71.

- Labajo Gonzáles, E. (17 de febrero de 2016). *Data: Universidad Complutense de Madrid*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El%20M%C3%A9todo%20Cient%C3%ADfico.pdf>
- Lee S. , N. (2015). *Enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica*. Colorado, Estados Unidos: Manual MSD. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://www.msmanuals.com/es-pe/hogar/trastornos-del-pulm%C3%B3n-y-las-v%C3%ADas-respiratorias/enfermedades-pulmonares-de-origen-ambiental/enfermedades-relacionadas-con-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica>
- Martínez, L. (s.f.). *Salud humana y medio ambiente en Chile*. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de <http://www.usach.cl/ima>.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe Nacional de Calidad del Aire 2013-2014*. Lima: MINAM. Recuperado el 12 de septiembre de 2018, de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (6 de junio de 2017). Decreto Supremo N° 03-2017-MINAM. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias*. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- Miyabara Y., Takano H., Ichinose T., Lim HB., & Sagai M. (1998). Diesel exhaust enhances allergic airway inflammation and hyperresponsiveness in mice. *Am J Respir Crit Care Med.*(157), 1138–1144.
- Miyashiro, J., & Orejón, C. (2015). *Reporte urbano - ambiental. Una mirada a la periferia de la ciudad*. Lima: desco - Programa Urbano (Primera ed.). Lima, Perú: Boomerang SAC.
- Moreno Bohórquez, D. I., & Palmisano Patrón, A. S. (2012). *Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas pm10 y CO*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 27 de abril de 2018, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1763/MORENO_DAVID_Y_PALMISANO_ANTONIO_CONTAMINACION_ATMOSFERICA.pdf?sequence=1
- Muñoz, F., & Sá Carvalho , M. (marzo de 2009). Efecto del tiempo de exposición a PM10. *Cad. Saúde Pública*, XXV(3), 529-539.
- Muranaka, M., Suzuki, S., Koizumi, K., & Takafuji, S. (1986). *Adjuvant activity of diesel-exhaust particulates for the production of IgE*. Antibody in mice.

- National Geographic. (5 de septiembre de 2010). *Medio ambiente: National Geographic*. Recuperado el 12 de noviembre de 2018, de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-del-aire>
- Nel AE., Diaz-Sanchez D., Ng D., Hiura T., & Saxon A. . (1998). Enhancement of allergicinflammation by the interaction between diesel exhaust particles and the immune system. *J Allergy Clin Immunol*(102), 539–554.
- Nordenhall C., Pourazar J., Ledin MC., Levin JO., Sandstrom T., & Adelroth E. (2001). Diesel exhaust enhances airway responsiveness in asthmatic subjects. *Eur Respir J.*(17), 909–915.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2012). *La Fiscalización ambiental en residuos sólidos*. Lima, Perú: OEFA.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Informe 2013 - 2014 Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional*. Lima, Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Recuperado el 11 de diciembre de 2018, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Ginebra, Suiza: Inis Communication. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guías para la calidad del aire*. Lima: Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud.
- Oyarzún, M. (2006). Desencuentros entre los conocimientos y las políticas públicas para afrontar la contaminación atmosférica. *Revista Chilena Enfermedades Respiratoria*(22), 151-154.
- Paccha Huamani, P. R. (2011). *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en zonas urbanas para reducir la contaminación ambiental*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 21 de abril de 2018, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1322>
- Pacsi Valdivia, S. A. (2016). Análisis temporal y espacial de la calidad del aire determinado por material particulado PM10 y PM2,5 en Lima Metropolitana. *Anales científicos*, LXXVII(2). Recuperado el 12 de febrero de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/311958459_ANALISIS_TEMPORAL_Y_ESPACIAL_DE_LA_CALIDAD_DEL_AIRE_DETERMINADO_POR_MATERIAL_PARTICULADO_PM10_Y_PM25_EN_LIMA_METROPOLITANA

- Peden DB. (2005). The epidemiology and genetics of asthma risk associated with airpollution. *J Allergy Clin Immunol*(115), 213-9.
- Peters A., Goldstein IF., Beyer U., Franke K., Heinrich J., Dockery DW., & et al. (1996). Acutehealth effects of exposure to high levels of air pollution in Eastern Europe. *Am J Epidemiol, CLXIV*(6), 570-81.
- Peters, A., Goldstein, I. F., Beyer, U., Franke, K., Heinrich, J., & Dockery, D. W. (1996). Acute health effects of exposure to high levels of air pollution in Eastern Europe. *Am J Epidemiol, CLXIV*(6), 570-81.
- Pönkä A. (1991). Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health, XLVI*(5), 262-70.
- Ponsonby AL., Dwyer T., Kemp A., Couper D., Cochrane J., & Carmichael A. . (2001). A prospective study of the association between home gas appliance use duringinfancy and subsequent dust mite sensitization and lung function in child-hood. *Clin Exp Allergy*(31), 1544-52.
- Pope CA III. (191). Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollutionin Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. *Arch Environ Health*(46), 90–97.
- Pope CA III. (1989). Respiratory disease associated with community air pollution anda steel mill. *Utah valley Am J Public Health*(79), 623–628.
- Pope, C., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal Air Waste Manage Association, LVI*(6), 709–742.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (22 de julio de 2004). Decreto Supremo N° 057-2004-PCM. *Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos*. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- Prieto Zambrano , O. (2016). *Caracterización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad del aire en el distrito de Islay Matarani*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado el 26 de junio de 2018, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1904/AMprzao.pdf>
- Pryor WA. (1992). How far does ozone penetrate into the pulmonary air/tissueboundary before it reacts? *Free Radic Biol Med.*(12), 83–8.
- Quay JL., Reed W., Samet J., & Devlin RB. (1998). Air pollution particles induce IL-6expression in human airway epithelial cells via NF-kB activation. *Am J RespirCell Mol Biol, XIX*(1), 98–106.
- Radio Programas del Perú. (15 de febrero de 2017). Vecinos de Villa María del Triunfo se quejan por acumulación de basura. *Radio Programas del Perú - Noticias*. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de <http://rpp.pe/lima/actualidad/vecinos-de-villa-maria-del-triunfo-se-quejan-por-acumulacion-de-basura-noticia-1030973>

- Rahman, I., & MacNee W. (1998). Role of transcription factors in inflammatory lung diseases. *Thorax*(53), 601–12.
- Reupo Farro , G. M. (2018). *Influencia del PM10 en la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil menor de 5 años del distrito de Ate, Lima 2014-2015*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Richards, I. S., & Brooks, S. M. (1995). Respiratory Toxicology. En G. M. al., *Environmental Medicine* (págs. 166-181). St. Louis, Misuri, Estados Unidos: Mosby-Year Book.
- Riechelmann H., Rettinger G., Lautebach S., Schmittinger S., & Deutsche T. . (2004). Short-term exposure to urban dust alters the mediator release of human mucosa. *J Occup Environ Med.*(46), 316-22.
- Roberts Alley, E., & Inc, A. (2001). *Manual de Control de la Calidad del Aire* (Vol. I). México, México: McGraw-Hill.
- Rodríguez Ojeda, J., Zavala, L., Vidal, A., & Cox, E. (s.f). Contaminación ambiental. *THEOREMA 5*, 92-97. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/theorema/n5_1994/a16.pdf
- Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana Higiene y Epidemiología, LXIV*(2), 1-14. Recuperado el 1 de marzo de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>
- Romero Placeres, M., Más Bermejo, P., Lacasaña Navarro, M., Téllez Rojo, S., Aguilar Valdés, J., & Romieu I., J. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad de La Habana. *Salud Pública*(46), 222-3.
- Romo Espinoza, M. V. (6 de junio de 2017). ¿Qué tanto sabemos de la contaminación del aire en nuestra ciudad? *Radio Programas del Perú*. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de <http://rpp.pe/blog/la-calidad-de-vida-se-respira/que-tanto-sabemos-de-la-contaminacion-del-aire-en-nuestra-ciudad-noticia-1055859>
- Rudell B., Blomberg A., Helleday R., Ledin MC., Lundiback B., Stjemberg N., & et al. (1999). Bronchoalveolar inflammation after exposure to diesel exhaust: comparison between unfiltered and particle trap filtered exhaust. *Occup Environ Med., LVI*(8), 527–534.
- Saavedra Vargas, J. D. (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sagástegui Delgado, A. (2012). *Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Laureate International Universities.

- Salinas Vio Valdivia. (2012). *Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencia por morbilidad respiratoria en menos de 5 años en la ciudad de Valdivia, periodo mayo – julio, del 2010*. Valdivia, Perú: Universidad Austral de Chile. Recuperado el 26 de abril de 2018, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fms165c/doc/fms165c.pdf>
- Sandström T. (1995). Respiratory effects of air pollutants: experimental studies in humans. *Eur Respir J.*(8), 976–995.
- Sanhueza, P., Vargas, C., & Jiménez, J. (2006). Impacto de la contaminación del aire por PM10 sobre la mortalidad diaria en Temuco. *Revista Médica de Chile, CXXXIV*, 754-761. Recuperado el 22 de septiembre de 2018, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v134n6/art12.pdf>
- Sbarato, D., & Ortega, J. (2007). *Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales sobre la atmósfera 2*. Córdoba: Colección de Salud Ambiental. Universidad Nacional de Córdoba.
- Schwela HD. (1996). Exposure to Environmental Chemicals Relevant for Respiratory Hypersensitivity: global aspects. *Toxicol Let*(86), 131-42.
- Secretaría General del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. Instituto Nacional de Ecología.
- Seinfeld, J., & Pandis, S. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change*. New York: John Wiley & Sons.
- SENAMHI. (mayo de 2014). Boletín Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao. *SENAMHI, 14*(5).
- SENAMHI. (diciembre de 2018). Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana. *Boletín Mensual, XVIII*(12).
- SENAMHI. (octubre de 2018). Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana. *Boletín Mensual, 18*(10).
- SENAMHI. (noviembre de 2018). Vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana. *Boletín Mensual, XVIII*(11).
- SENAMHI. (septiembre de 2018). Vigilancia de la calidad del aire Lima Metropolitana. *Boletín Mensual, XVIII*(9).
- SENHAMI. (2011). *Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011*. Lima, Perú: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENHAMI).
- Smith, K. R., Corvalan, C. F., & Kjellstrom, T. (septiembre de 1999). How much global ill health is attributable to environmental factors? *Epidemiology, X*(5), 573-84.

- Stone V., Shaw J., Brown DM., MacNee W., Faux SP., & Donaldson K. (1998). The role of oxidative stress in the prolonged inhibitory effect of ultrafine carbon black on epithelial cell function. *Toxicol In Vitro*(12), 649–59.
- SWISSCONTACT. (2004). *Manual de Gestión de la Calidad del aire*. Lima: Swiss Foundation for Technical Cooperation (Swisscontact).
- Takano H., Yoshikawa T., Ichinose T., Miyabara Y., Imaoka K., & Sagai M. (1997). Diesel exhaust particles enhance antigen induced airway inflammation and local cytokine expression in mice. *Am J Respir Crit Care Med.*(156), 36–42.
- Takenaka H., Zhang K., Diaz-Sanchez D. , Tsien A., & Saxon A. (1995). Enhanced human IgE production results from exposure to the aromatic hydrocarbons from diesel exhaust: Direct effects on B-cell IgE production. *J Allergy Clin Immunol, VC*(1 Pt 1), 103-15.
- Téllez-Rojo, M. M., Romieu, I., Ruiz-Velasco, S., Lezana, M. A., & Hernández-Avila, M. M. (2000). Daily respiratory mortality and PM10 pollution in Mexico City: Importance of considering place of death. *European Respiratory Journal*, 391-396. Recuperado el 16 de junio de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11028649>
- UNICOM. (2015). *Reporte de sostenibilidad*. Lima: Unión de cocreteras (UNICOM). Recuperado el 19 de diciembre de 2019, de <https://www.unicon.com.pe/wp-content/uploads/2019/04/Reporte-15.pdf>
- Valent, F., Little, D., Bertollini, R., Nemer, L. E., Barbone, F., & Tamburini, G. (19 de junio de 2004). Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. (H. Richard, Ed.) *Lancet, CCCLXIII*, 2032-2039.
- Van Zijverden M., Van der Pijl A., Bol M., Van Pinxteren FA., De Haar C., Penninks AH., & et. al. (2000). Diesel exhaust, carbon black and silica particles display distinct Th1/Th2 modulating activity. *Toxicol Appl Pharmacol, CLXVIII*(2), 131-9.
- Vargas Marcos, F. (Marzo - Abril de 2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública, LXXIX*(2), 117-127. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/170/17079201.pdf>
- Vizcarra, G., De la Cruz, P., Guzmán, R., & Hilario, V. (2006). *Estudio de Daños Ocasionados por la Contaminación Atmosférica en Materiales y Monumentos Históricos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Wilson, W. E., & Suh, H. H. (1997). Fine Particles and Coarse Particles: Concentration Relationships Relevant to Epidemiologic Studies. *Journal. Air & Waste Manage Association*(47), 1238-1249.

IX. Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO:	RELACIÓN ENTRE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL SECTOR DE NUEVA ESPERANZA, DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, MES DE AGOSTO 2018.				
Autor:	Mayra Vanessa Marín Linares				
VARIABLE (X); CONTAMINACIÓN DEL AIRE					
VARIABLE (Y); LA SALUD					
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE (X): CONTAMINACIÓN DEL AIRE		MATERIALES
¿Cuál es la relación entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018?	Establecer la relación que existe entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.	H0: La contaminación del aire se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACIÓN
			GASES DEL PARQUE AUTOMOTOR	Nivel de Dióxido de Azufre	APLICADA
				Nivel de Monóxido de Carbono	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN Descriptivo y correlacional
				Nivel de PM ₁₀	DISEÑO
				Nivel de PM _{2.5}	No experimental, transversal (Hernández Fernández y Baptista, 2010)
			SMOG PRODUCIDO POR LAS FABRICAS	Nivel de Dióxido de Azufre	ENFOQUE
				Nivel de Monóxido de Carbono	Cualicuantitativo (Mixto)
				Nivel de PM ₁₀	POBLACIÓN
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
a. ¿Qué relación existe entre la contaminación del	Determinar la relación entre la contaminación del	H1: La contaminación del aire por gases del parque automotor se relaciona	RESIDUOS SÓLIDOS	Nivel de Monóxido de Carbono Nivel de PM ₁₀	45 médicos, 12 especialistas del SENAMHI y 6 de Gerencia de limpieza y Medio Ambiente-Municipalidad VMT; haciendo un total de 63 expertos.

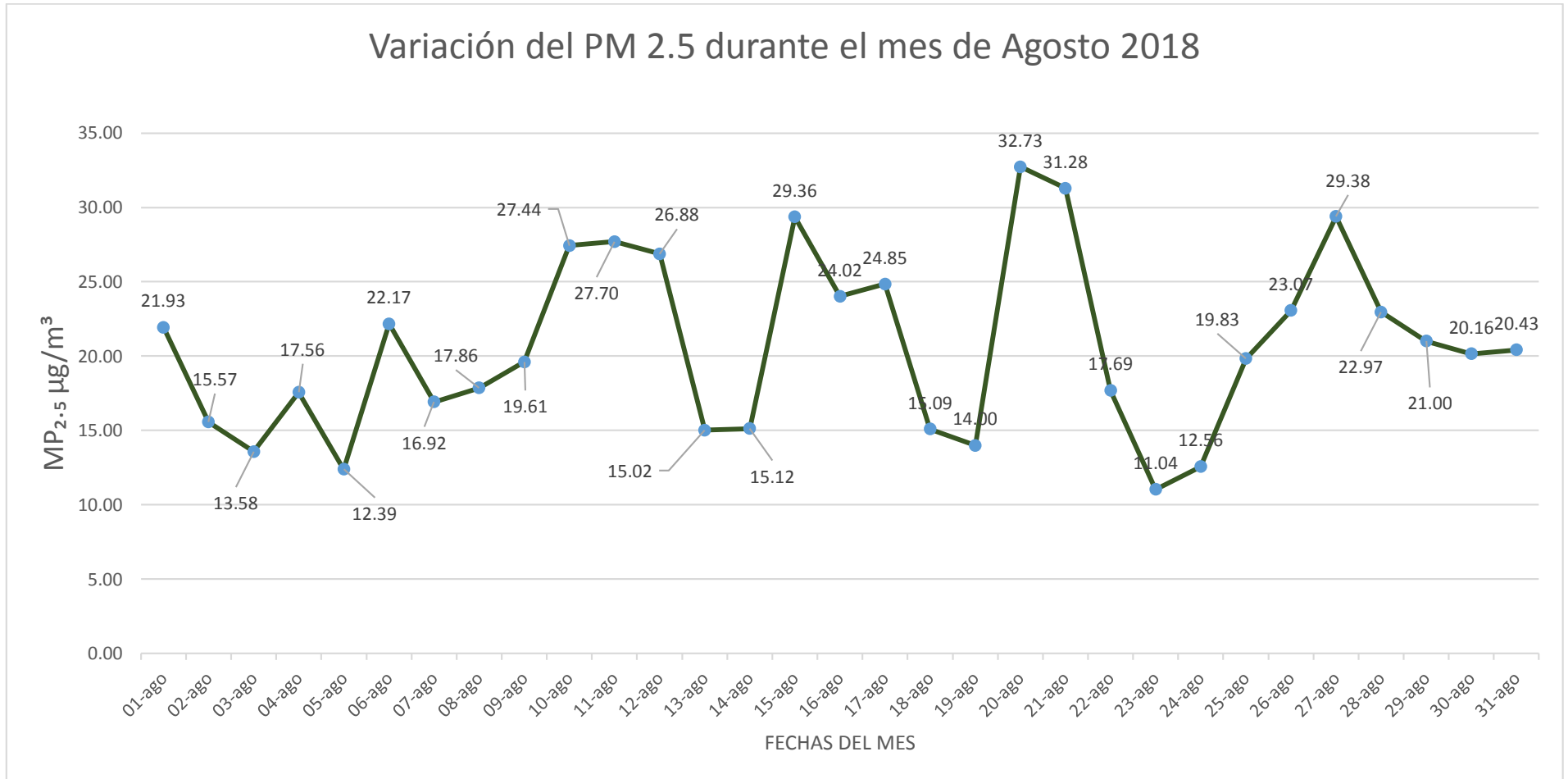
aire por gases del parque automotor y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?	aire por gases del parque automotor y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.	inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.	RESIDUOS SÓLIDOS ARROJADO EN LAS CALLES	Nivel de PM _{2.5}	En salud: Pobladores de diferentes edades proclives a enfermedades respiratorias, dérmicas, alérgicas y digestivas que se presentaron durante el mes de agosto del 2018
			VARIABLE (Y): LA SALUD		MATERIALES
b. ¿Cómo se relaciona la contaminación del aire por smog producido por las fábricas, con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?	Evaluar la relación entre la contaminación del aire por smog producido por las fábricas y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.	H2: La contaminación del aire por smog producido por las fábricas se relaciona inversamente, con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.	DIMENSIONES	INDICADORES	Equipos automáticos que monitorean horariamente los contaminantes: material particulado menor de 10 µm (PM10), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂) y ozono superficial (O ₃), equipos de análisis de gases y un medidor de radiación ultravioleta (UV-B) pertenecientes al SENAMHI
				Número de pobladores con neumonía	
				Número de pobladores con cáncer al pulmón	
				Número de pobladores con alergias a la piel	TECNICA E INSTRUMENTOS
				Número de pobladores con dermatitis	
				Número de pobladores con salpullido	La entrevista como instrumento la guía de entrevista.
	Número de pobladores con arritmia	METODO			
c. ¿De qué manera se relaciona la contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza?	Describir la relación entre la contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza.	H3: La contaminación del aire por residuos sólidos arrojados en las calles se relaciona inversamente con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo, durante el mes de agosto del 2018.	CONDICIONES RESPIRATORIAS	Número de pobladores con Isquemia	La toma de muestras se desarrollará, siguiendo los protocolos de monitoreo de la calidad del aire del SENAMHI; y los patrones establecidos internacionalmente para la calidad del aire.
			CONDICIONES DERMATOLÓGICAS		
			CONDICIONES CARDIOVASCULARES		

Anexo 2: Valores de los contaminantes registrados por el SENAMHI durante el mes de Agosto del 2018

Valores del PM_{2.5} (µg/m³) registrados durante el mes de agosto 2018

AGOSTO	PM _{2.5} (µg/m ³)	%
01-ago	21.93	3.43%
02-ago	15.57	2.44%
03-ago	13.58	2.12%
04-ago	17.56	2.75%
05-ago	12.39	1.94%
06-ago	22.17	3.47%
07-ago	16.92	2.65%
08-ago	17.86	2.79%
09-ago	19.61	3.07%
10-ago	27.44	4.29%
11-ago	27.70	4.33%
12-ago	26.88	4.21%
13-ago	15.02	2.35%
14-ago	15.12	2.37%
15-ago	29.36	4.59%
16-ago	24.02	3.76%
17-ago	24.85	3.89%
18-ago	15.09	2.36%
19-ago	14.00	2.19%
20-ago	32.73	5.12%
21-ago	31.28	4.89%
22-ago	17.69	2.77%
23-ago	11.04	1.73%
24-ago	12.56	1.97%
25-ago	19.83	3.10%
26-ago	23.07	3.61%
27-ago	29.38	4.60%
28-ago	22.97	3.59%
29-ago	21.00	3.29%
30-ago	20.16	3.15%
31-ago	20.43	3.20%
TOTAL	639.18	100.00%

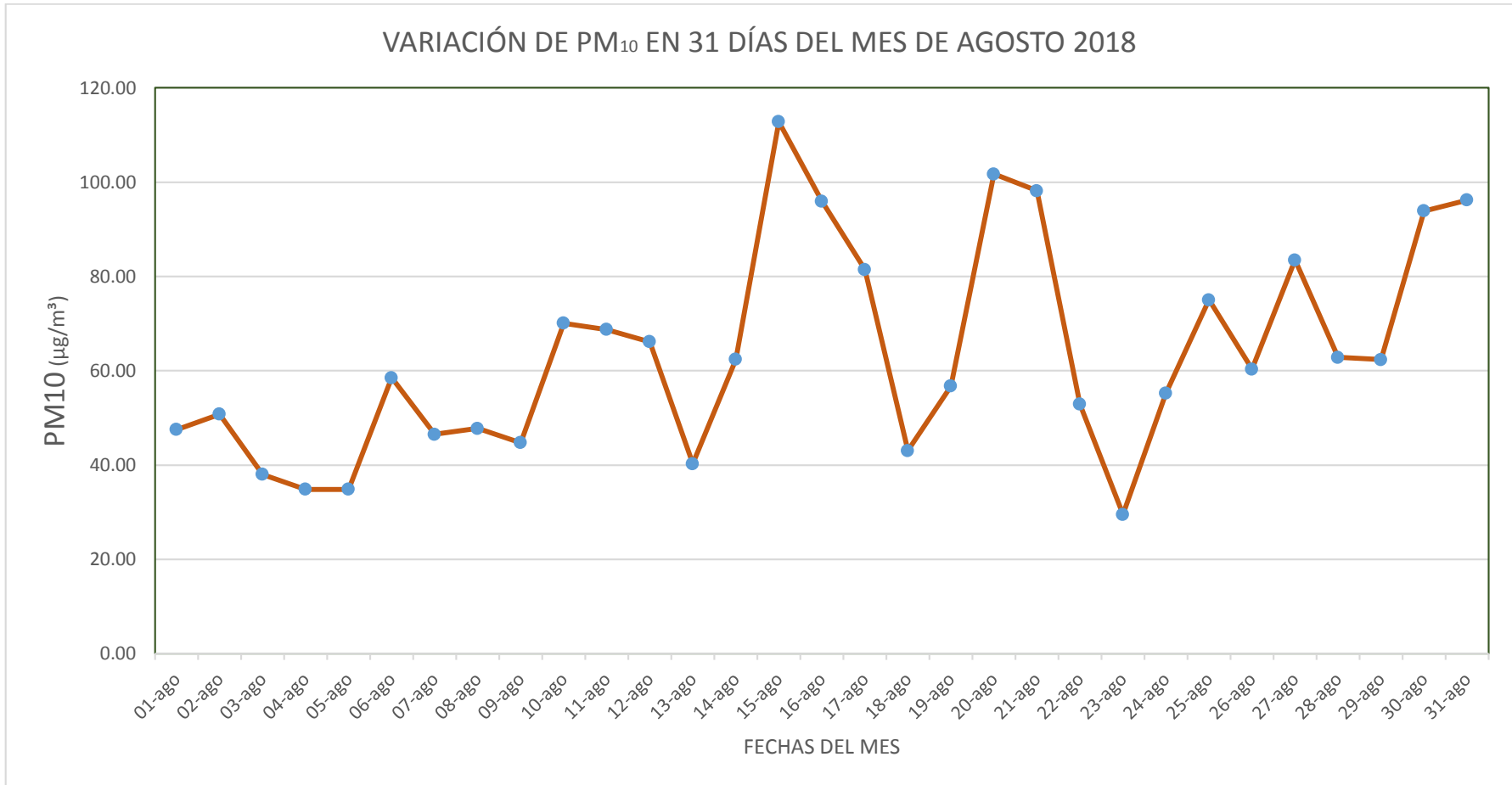
Variación del MP_{2.5} durante el mes de Agosto 2018



Valores del PM₁₀ (µg/m³) registrados durante el mes de agosto 2018

AGOSTO	PM ₁₀ (µg/m ³)	%
01-ago	47.52	2.41%
02-ago	50.78	2.57%
03-ago	37.99	1.93%
04-ago	34.85	1.77%
05-ago	34.86	1.77%
06-ago	58.49	2.96%
07-ago	46.52	2.36%
08-ago	47.74	2.42%
09-ago	44.75	2.27%
10-ago	70.07	3.55%
11-ago	68.76	3.49%
12-ago	66.12	3.35%
13-ago	40.28	2.04%
14-ago	62.40	3.16%
15-ago	112.82	5.72%
16-ago	95.95	4.86%
17-ago	81.44	4.13%
18-ago	43.07	2.18%
19-ago	56.74	2.88%
20-ago	101.72	5.16%
21-ago	98.16	4.98%
22-ago	52.90	2.68%
23-ago	29.50	1.50%
24-ago	55.24	2.80%
25-ago	75.01	3.80%
26-ago	60.35	3.06%
27-ago	83.49	4.23%
28-ago	62.82	3.18%
29-ago	62.35	3.16%
30-ago	93.87	4.76%
31-ago	96.21	4.88%
TOTAL	1972.74	100.00%

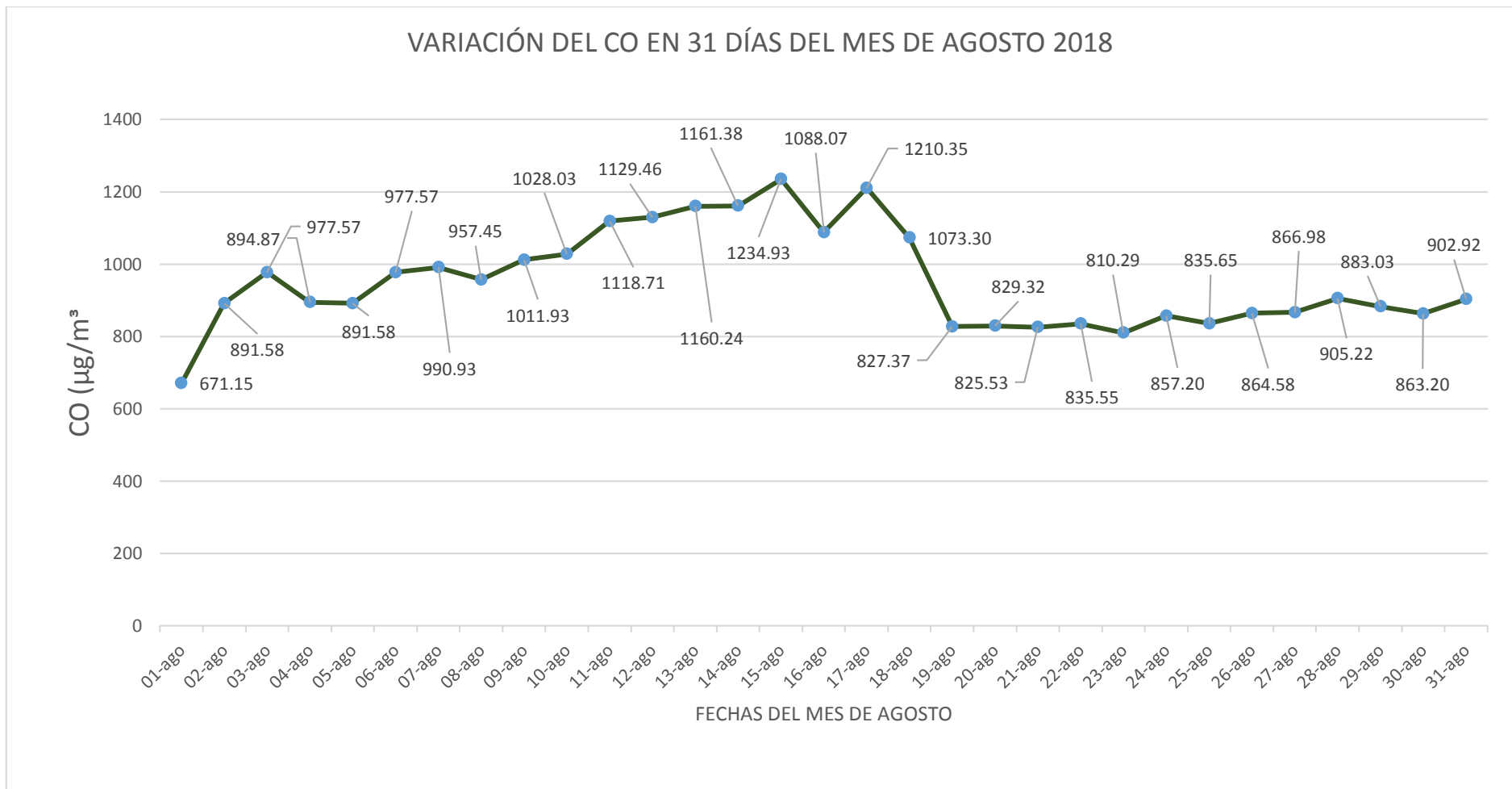
Variación de PM₁₀ en 31 días del mes de agosto 2018



Valores del CO registrados durante el mes de agosto 2018

AGOSTO	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	%
01-ago	671.15	33.89%
02-ago	891.58	45.01%
03-ago	977.57	49.36%
04-ago	894.87	45.18%
05-ago	891.58	45.01%
06-ago	977.57	49.36%
07-ago	990.93	50.03%
08-ago	957.45	48.34%
09-ago	1011.93	51.09%
10-ago	1028.03	51.90%
11-ago	1118.71	56.48%
12-ago	1129.46	57.02%
13-ago	1160.24	58.58%
14-ago	1161.38	58.64%
15-ago	1234.93	62.35%
16-ago	1088.07	54.93%
17-ago	1210.35	61.11%
18-ago	1073.30	54.19%
19-ago	827.37	41.77%
20-ago	829.32	41.87%
21-ago	825.53	41.68%
22-ago	835.55	42.19%
23-ago	810.29	40.91%
24-ago	857.20	43.28%
25-ago	835.65	42.19%
26-ago	864.58	43.65%
27-ago	866.98	43.77%
28-ago	905.22	45.70%
29-ago	883.03	44.58%
30-ago	863.20	43.58%
31-ago	902.92	45.59%
TOTAL	28918.86	1460.06%

Variación de CO en 31 días del mes de agosto 2018



ANEXO 3: GUÍA DE ENTREVISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICOVILLARREAL ESCUELA DE POSGRADO

GUÍA DE ENTREVISTA

AL DIRECTOR DE PLANAMIENTO, COORDINACIÓN Y CONTROL Y ANALÍSTA AMBIENTAL DEL SENAMHI

TESIS: “Relación de la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de Villa María del Triunfo en el mes de agosto 2018 “

OBJETO DE LA ENTREVISTA: Obtener una opinión experta y valedera, respecto a la relación entre la contaminación del aire, en la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza, durante el mes de agosto del 2018.

OBJETIVO: Describir cómo se relacionan las variables “contaminación del aire” y la “salud” con sus respectivas dimensiones en el sector de Nueva esperanza del distrito de Villa María del Triunfo.

Preguntas de entrada

- 01.** ¿Cuál es su profesión y especialidad, qué tiempo labora en la institución y que cargo desempeña?
- 02.** ¿Cuál es la fortaleza de la Institución donde labora para contrarrestar la contaminación del aire?
- 03.** ¿Cómo funcionan los equipos de monitoreo del aire en Villa María del Triunfo?/ ¿El Centro de Salud cuenta con los equipos necesarios para determinar de forma inmediata enfermedades producidas en niños de 0 a 10 años por gases emanados del parque automotor?

Preguntas respecto a la primera variable: Contaminación del aire

Primer Objetivo: Contaminación del aire por el parque automotor

04. ¿Existe contaminación del aire en Villa María del Triunfo por gases producidos por el parque automotor?
05. ¿El SENAMHI ha establecido los contaminantes comunes que se presentan en VMT, como consecuencia de gases producidos por el parque automotor? ¿Determina en que porcentajes se presentan?
06. ¿Qué opinión le merece la afirmación de algunos especialistas que señalan que la contaminación del parque automotor es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire?
07. En su opinión ¿Cuál sería la razón de que según las mediciones de la estación de monitoreo del aire de VMT, el aire no se encuentre contaminado por CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀?

Segunda Dimensión: Contaminación del aire por el smog de fábricas

08. ¿Existe contaminación del aire en Villa María del Triunfo por el smog de fábricas?
09. ¿El SENAMHI ha establecido los contaminantes comunes que se presentan en VMT, como consecuencia de gases producidos por el smog de fábricas?

Tercera Dimensión: Contaminación del aire por residuos sólidos

10. ¿Existe contaminación del aire en Villa María del Triunfo por residuos sólidos?
11. ¿Considera Ud., que la situación real que viene sucediendo en VMT respecto a la excesiva concentración de basura en las diferentes calles de VMT y su quema, constituyen factores de la contaminación del aire?

Preguntas respecto a segunda variable: Salud del sector de Nueva Esperanza

12. En su opinión ¿La contaminación del aire por gases del parque automotor, smog de fábricas y residuos sólidos se relacionan con la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de VMT?
13. En su opinión ¿Cuál o cuáles serían las enfermedades comunes que se presentan en la salud de los pobladores del sector de Nueva Esperanza del distrito de VMT, que se relacionan con de la contaminación del aire?

ANEXO 4: MATRIZ DE HALLAZGOS DE ENTREVISTAS

Matriz de hallazgos Objetivo específico 1

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	ITEMS	E1 Luis Gamarra Chávarry” SENAMHI	E2 Joe Jordán Sánchez Alendro SENAMHI	E3 Estela Pereda Aguilar Pediatra del centro de Salud Daniel A. Carrión-VMT.	E4 Ángel Huaccho Flores Gerente Ambiental de la Municipalidad de VMT	CONSOLIDADO
Contaminación del aire por el parque automotor	¿Existencia de contaminación del aire en VMT por gases producidos por el parque automotor	De conformidad a el proceso de las mediciones realizadas con la estación de monitoreo de VMT, se han encontrado gases como el SO ₂ , CO y PM _{2.5} y PM ₁₀ ; pero estos no han excedido el límite estándar de medición por el INCA.	El SENAMHI realiza mediciones de la calidad del aire en VMT, y estos valores los proporcionan a otras entidades que evalúan y procesan la información para conocer el nivel de contaminación del aire.	No preciso si las enfermedades que viene tratando en menores de 0 a 10 años puedan ser producidas por gases contaminantes del parque automotor; sin embargo existe tendencia a las enfermedades respiratorias.	Considera que si existe contaminación del aire por el parque automotor; por cuanto, este es obsoleto y se utiliza una mala calidad de combustible.	En la calidad del aire de VMT se ha encontrado gases como el SO ₂ , CO y PM _{2.5} y PM ₁₀ ; y, guardan relación con enfermedades respiratorias en menores de 0 a 10 años.
	Establecimiento de contaminantes comunes que se presentan en VMT, por gases del parque automotor? ¿Qué	Que los principales gases que se han encontrado por el parque automotor son el CO, SO ₂ , y NO ₂ ; sin embargo, no es posible establece los porcentajes en que se presentan.	Tengo conocimiento que se ha encontrado en el procesamiento de los datos recogidos de la estación de monitores, gases como SO ₂ , CO y NO ₂ y en menor	Desconozco que tipo de gases o sustancias contaminan e aire de VMT; sin embargo, es observable que los vehículos que transitan en VMT son antiguos y emanan gases por el tubo de escape; las	Considero que es el Monóxido y el Dióxido de Carbono los principales contaminantes que genera el parque automotor por ser relativamente antiguos; y, evidentemente generan problemas de	Se han encontrado gases como el SO ₂ , CO y PM _{2.5} y PM ₁₀ y el NO ₂ en el aire de VMT; sin embargo, no es posible determinar los porcentajes de presentación.

	porcentajes se presentan?		escala el PM _{2.5} y PM ₁₀ ; pero no es posible determinar el porcentaje en que se presentan.	enfermedades proclives también pueden ser cardiovasculares.	salud principalmente en los niños.	
	Contaminación del parque automotor es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire.	Es cierto que el nivel de contaminación del aire es inmediato a la exposición de los gases del parque automotor; cuando la Estación de monitoreo registra datos ya ese contaminante se encuentra disperso.	Como opinión personal considero que efectivamente la contaminación del aire es directa ante la exposición de gases del parque automotor.	En mi concepto es evidente que las personas al exponerse directamente a los gases de los vehículos antiguos, aspiran en mayor proporción los gases tóxicos; con mayor daño en los niños menores de 0 a 10 años.	Es contundente que el encontrarse cerca de un vehículo que emane gases tóxicos, la persona absorberá los gases tóxicos, mayor daño se producir en la salud de niños.	Los gases del parque automotor contaminan el aire de forma inmediata un determinado radio de acción; y es absorbido directamente por las personas ubicadas en ese radio, causando problemas respiratorios o cardiacos; realidad que no es considerado en los estándares de medición de la calidad del aire.
	Razón porque el aire no se encuentre contaminado por CO, SO ₂ , NO ₂ y PM ₁₀ en VMT?	Explicó que puede generarse debido a las condiciones meteorológicas, principalmente en la velocidad del viento que dispersa y la temperatura la misma que si es mayor los gases se dispersan; y a menor temperatura los gases se concentran y descienden hacia la superficie.	Señaló que a menor humedad la contaminación sería mayor; mientras que a mayor temperatura, y mayor velocidad del viento, la contaminación mayor.	Desconoce tales resultados que se le pregunta.	Considera que es posible que la calidad del aire haya mejorado respecto a la contaminación por el parque automotor; toda vez que, ahora los vehículos usan el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y el gas natural (GNV) por ser económicos. Asimismo, existe una gran demanda de adquisiciones de vehículos nuevos.	Por condiciones meteorológicas que guardan relación con la temperatura, viento y humedad; las mismas que determinan el nivel de concentración de los gases. Por renovación del parque automotor y uso de GLP y GNV.

Fuente: Elaboración propia con información de entrevistados.
Matriz de hallazgos Objetivo específico 2

OBJETIVO ESPECÍFICO 2	ITEMS	E1 Luis Gamarra Chávarry” SENAMHI	E2 Joe Jordán Sánchez Alendro SENAMHI	E3 Estela Pereda Aguilar Pediatra del centro de Salud Daniel A. Carrión-VMT.	E4 Ángel Huaccho Flores Gerente Ambiental de la Municipalidad de VMT	CONSOLIDADO
Contaminación del aire por el smog de fábricas	¿Existencia de contaminación del aire por el smog de fábricas en VMT?	Considera que el principal contaminante por smog de fábricas se ubica en la cementera UNACEM ubicado en el sector de nueva Esperanza.	En su opinión es posible que la cementera UNACEM genere contaminación del aire y por su cercanía al medio urbano; sin embargo, no puede confirmar si viene conminando el aire; ello, solo se conoce por el procesamiento de los datos recogidos de la Estación de Monitoreo de VMT.	Desconoce la contaminación por smog de fábricas, pero, si tienen conocimiento de la existencia de la cementera UNACEM en VMT.	El municipio de VMT no realiza mediciones de la calidad del aire en este distrito, quien lo realiza es la estación de monitoreo del SENAMHI, tiene conocimiento que existen quejas de los pobladores por la contaminación del aire que produce la cementera UNACEM en VMT.	Existe contaminación del aire por smog de fábricas, específicamente por la cementera UNACEM.
	Establecimiento de contaminantes comunes que se presentan en VMT, por el smog de fábricas?	Su principal contaminante es el PM _{2.5} y el PM ₁₀ .	Considera que los principales contaminantes son las partículas suspendidas conocidas como material particulado.	Desconoce los contaminantes que podría producir la cementera UNACEM; sin embargo, por estudios estas fábricas pueden generar problemas respiratorios y cardiovasculares en la salud de los pobladores	Tiene conocimiento que las cementeras contaminan el aire con material particulado; los mismos que causan problemas en la salud principalmente en niños como enfermedades respiratorias y en la piel.	

Fuente: Elaboración propia con información de entrevistados.
Matriz de hallazgos Objetivo específico 3

OBJETIVO ESPECÍFICO 3	ITEMS	(Entrevistado 1) Luis Gamarra Chávarry” SENAMHI	(Entrevistado 2) Joe Jordán Sánchez Alendro SENAMHI	(Entrevistado 3) Estela Pereda Aguilar Pediatra del centro de Salud Daniel A. Carrión-VMT.	(Entrevistado 4) Ángel Huaccho Flores Gerente Ambiental de la Municipalidad de VMT	CONSOLIDADO
Contaminación del aire por residuos sólidos	¿Existe contaminación del aire en Villa María del Triunfo por residuos sólidos?	Es evidente que existen contaminantes en el aire producidos por residuos sólidos como el Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, PM _{2.5} y PM ₁₀ sin embargo, no es posible diferenciar el nivel de contaminación respecto a los de los gases del parque automotor y smog de fábricas.	Es notorio la problemática que tiene actualmente VMT respecto al recojo de residuos sólidos.	Considero que si existe contaminación del aire por residuos sólidos.	La contaminación del aire por residuos sólidos es inminente, consecuencia	Si existe contaminación del aire por residuos sólidos siendo los principales el Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, PM _{2.5} y PM ₁₀ .
	¿Considera Ud., que la situación real que viene sucediendo en VMT respecto a la excesiva concentración de basura en las diferentes calles de VMT y su quema, constituyen factores de la contaminación del aire?	Considero que si es un contaminante latente.	El no recojo de los residuos sólidos, genera indudablemente contaminación del aire, en mayor proporción cuando estos son quemados.	En VMT no se recoge la basura hace más de 10 días los pobladores optan por quemarlas produciendo mayores gases y contaminación; genera problemas de salud en los pobladores.	Esta contaminación es consecuencia de que no se viene recogiendo la basura formalmente en los horarios establecidos, por problemas de gestión de pagos; ello, pone en riesgo la salud de los niños; motivo por el cual VMT ha sido declarado en emergencia.	Existe evidencia concreta de residuos sólidos en calles principales de VMT y la quema de estos.

Fuente: Elaboración propia con información de entrevistados.

ANEXO 5: FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO (SENAMHI)



ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS DE LOS SECTORES DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO CON FECHA Y HORA DE LA CONSTATACIÓN (TRABAJO DE CAMPO)

Fotografía 1: Residuos sólidos en casi cien metros continuos de la avenida Pachacútec



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018

Fotografía 2: Quema de basura existente en la avenida 26 de Noviembre, Sector de Nueva Esperanza.



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018

Fotografía 3: Quema de residuos sólidos en la Avenida Pachacútec.



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018.

Fotografía 4: Residuos sólidos existente en la avenida Pachacútec cerca al Centro de Salud Daniel Alcides Carrión



Fuente: elaboración propia del 12 de agosto del 2018

Fotografía 5: Residuos sólidos existente en la avenida Pachacútec en plena pista de intersección.



Fuente: elaboración propia del 19 de Agosto del 2018

Fotografía 6: Residuos sólidos existente en la avenida principal, Sector Nueva esperanza



Fuente: elaboración propia del 19 de Agosto del 2018

Fotografía 7: Acumulación de basura en la avenida Pachacútec



Fuente: elaboración propia del 19 de Agosto del 2018

Fotografía 8: Cementera UNACEM ubicado en el sector de Nueva Esperanza (zona urbana)



Fuente: elaboración propia del 26 de Agosto del 2018

Fotografía 9: Cementera UNACEM



Fuente: elaboración propia del 26 de Agosto del 2018

Fotografía 10: Camión de transporte de Cemento en las inmediaciones de las instalaciones de UNACEM



Fuente: elaboración propia del 26 de Agosto del 2018

Fotografía 11: Camión de transporte de Cemento en las inmediaciones de las instalaciones de UNACEM



Fuente: elaboración propia del 26 de Agosto del 2018.

Fotografía 12: Fabrica Aserradero de madera generando polvo en plena avenida

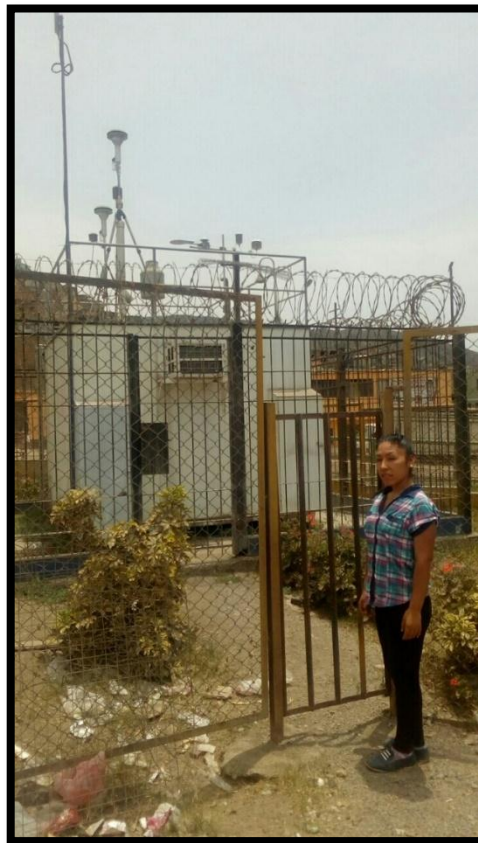


Fotografía 13: Visita para la entrevista a los especialistas del centro de salud Daniel Alcides Carrión.



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018

Fotografía 14: Visita a la Estación de monitoreo de la calidad del aire de Villa María del Triunfo





Fotografía 15: Equipos de medición de la calidad del aire en la Estación de Villa María del Triunfo



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018

Fotografía 16: Equipos de medición del Monóxido de Carbono (CO)

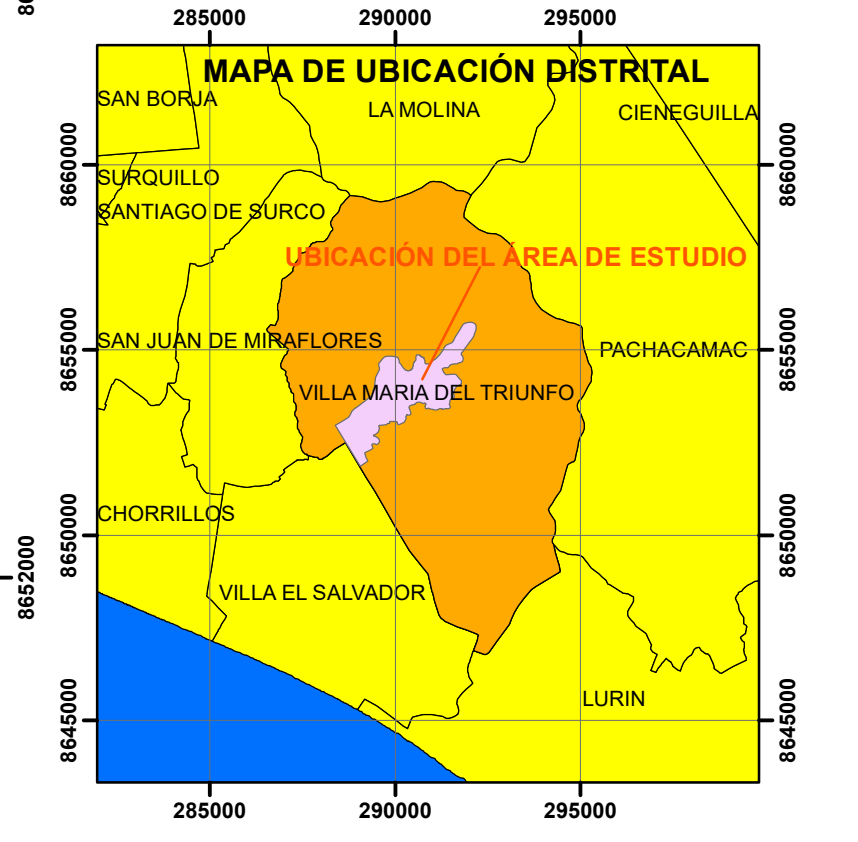
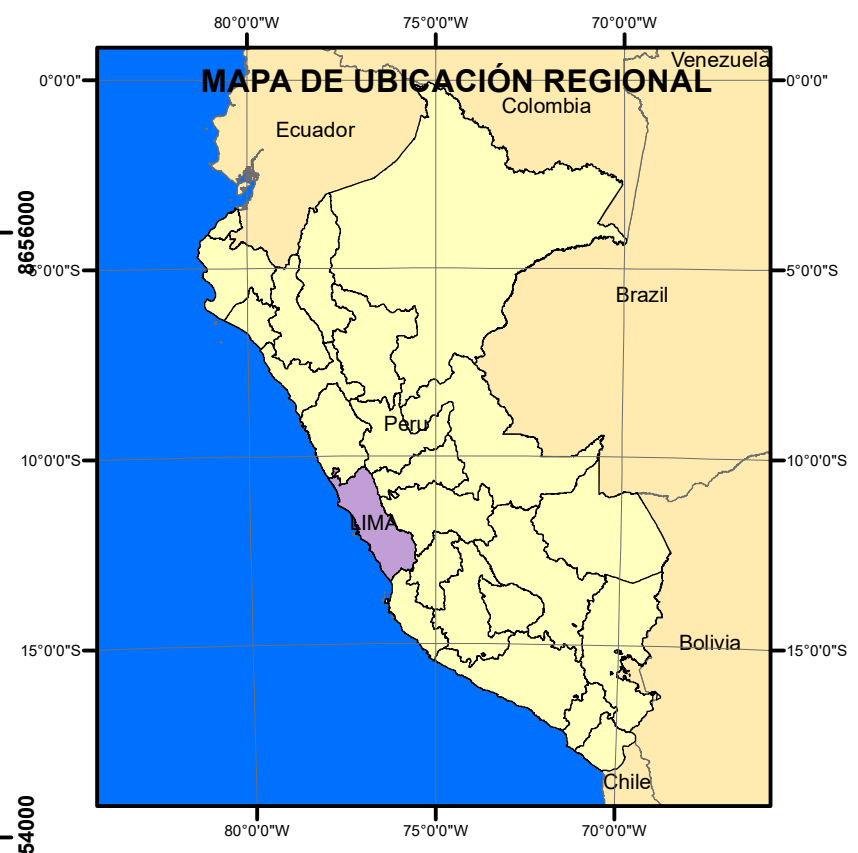


Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018

Fotografía 17: Equipos de medición del PM₁₀ y PM_{2.5} (CO)



Fuente: elaboración propia del 12 de Agosto del 2018



LEYENDA

- Estación Meteorológica Villa María del Triunfo
- UNACEM - Cementos Lima
- Vías Principales
- ▭ Área de Estudio
- ▭ Límite Distrital

	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	
	Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo	
Escuela de Ingeniería Ambiental		
MAPA DE UBICACIÓN		
Tesis: "Relación entre la contaminación del aire y la salud de los pobladores del sector de nueva esperanza, en el distrito de Villa María del Triunfo, mes de Agosto 2018"		
Elaborado por: Bachiller Marin Linares, Mayra Vanessa		
Escala:	1:25000	Coord.: UTM WGS 84
Fecha:	10/09/2019	Zona: Zona 18 S
		Nº - 01

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community