



**INSTITUTO DE GOBIERNO Y DE GESTIÓN PÚBLICA
SECCIÓN DE POSGRADO**

**LIMITACIONES DE LA GESTIÓN DEL MATERIAL
PARTICULADO DEL AIRE PROVENIENTE DE FUENTES
MÓVILES EN LIMA METROPOLITANA AL 2020**

PRESENTADA POR

GONZALO FRANCISCO FLORES ROCA

ASESORA

NORA GINA DEL PILAR TEJADA VIDAL

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR
EN GOBIERNO Y POLÍTICA PÚBLICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
POLÍTICA PÚBLICA**

**LIMA – PERÚ
2020**



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INSTITUTO DE GOBIERNO Y DE GESTIÓN PÚBLICA
SECCIÓN DE POSGRADO**

**LIMITACIONES DE LA GESTIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO
DEL AIRE PROVENIENTE DE FUENTES MÓVILES EN LIMA
METROPOLITANA AL 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN GOBIERNO Y
POLÍTICA PÚBLICA**

**PRESENTADO POR:
GONZALO FRANCISCO FLORES ROCA**

**ASESOR:
Dra. NORA GINA DEL PILAR TEJADA VIDAL**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
POLÍTICA PÚBLICA**

**LIMA, PERÚ
2020**

Dedicatoria

A quienes han hecho de su pasión por preservar el medio ambiente su profesión, buscando dejar un mejor lugar donde nuestras futuras generaciones puedan vivir; es decir, un entorno justo, inclusivo y sostenible.

Agradecimientos

A mis padres Lupe y Chalo, por alentarme a ser cada vez un mejor profesional y, sobre todo, un mejor ser humano.

A mis hermanos, por ser fuente de inspiración.

A los nuevos amigos que esta tesis me ha permitido generar.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Descripción de la situación problemática: la contaminación del aire	1
Formulación del problema	20
Problema General.....	20
Problemas específicos.....	20
Objetivos de la investigación	21
Objetivo Principal	21
Objetivos específicos	21
Justificación de la investigación.....	22
Importancia de la investigación.....	22
Viabilidad de la investigación	22
Limitaciones del estudio	23
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	24
1.1. Antecedentes de la investigación	24
1.1.1 Modelos y estrategias de monitoreo de la calidad del aire a nivel internacional	24

1.1.2 Estrategias para la renovación del parque automotor implementadas a nivel internacional.....	27
1.1.3 Experiencias y características de la participación ciudadana analizadas a nivel internacional	35
1.1.4 Antecedentes de investigaciones realizadas sobre la calidad del aire en Lima Metropolitana	36
1.2 Bases teóricas	41
1.2.1 Política pública y su implementación en la gestión ambiental.....	41
1.2.1.1 Política pública: definición y actores involucrados	41
1.2.1.2 Política pública en la gestión ambiental	43
1.2.2 Principales actores en la gestión de la calidad del aire.....	46
1.2.2.1 Ministerio del Ambiente.....	48
1.2.2.2 Ministerio de transporte y comunicaciones	49
1.2.2.3 Otros ministerios.....	50
1.2.2.4 Municipalidades de Lima Metropolitana	51
1.2.2.5 OEFA como entidad fiscalizadora	52
1.2.2.6 Entidades involucradas en el monitoreo de la calidad del aire	53
1.2.2.7 Empresa Privada	54
1.2.2.8 Organizaciones no gubernamentales.....	56
1.2.2.9 Universidades públicas y privadas	56

1.2.2.10 Ciudadanos de Lima Metropolitana	57
1.3 Definición de términos básicos	60
CAPITULO II HIPÓTESIS Y VARIABLES	62
2.1 Formulación de hipótesis principal y derivadas	62
2.1.1 Hipótesis generales	62
2.1.2 Hipótesis específicas	62
2.2 Tabla de consistencia	64
2.3 Variables y definición operacional	67
CAPITULO III METODOLOGÍA.....	71
3.1 Diseño metodológico	71
3.2 Diseño muestral	72
3.2.1 De las encuestas destinadas a opinión experta	72
3.2.2 De las encuestas destinadas a los ciudadanos de Lima Metropolitana.....	73
3.3 Técnicas de recolección de datos	74
3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.....	76
3.5 Entrevistas a expertos	77
3.6 Aspectos éticos	77
CAPÍTULO IV RESULTADOS	78
4.1 Encuestas realizadas a profesionales expertos en calidad del aire	78

4.1.1 Características de los participantes.....	78
4.1.2 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y el sistema de monitoreo de material particulado.....	81
4.1.3 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la ausencia de un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor contaminante	83
4.2 Encuesta destinada a los ciudadanos de Lima Metropolitana.....	85
4.2.1 Características de los ciudadanos que realizaron la encuesta	85
4.2.2 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.....	88
4.2.3 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento de los ciudadanos del peligro que representa MP para su salud.....	90
4.2.4 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado	91
4.2.5 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de exposición al material particulado.....	92
4.3 Entrevistas realizadas a expertos	94
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....	96
5.1. Análisis de la gestión de la calidad del aire desde la perspectiva experta	96

5.1.1 Análisis de los expertos encuestados	96
5.1.2 Analizando la relación entre el sistema de monitoreo y la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana	98
5.1.3 La ausencia de planificación de estrategias integrales para la renovación del parque automotor	102
5.2 Análisis de la gestión de la calidad del aire desde la perspectiva del ciudadano	106
5.2.1 Análisis del público encuestado	106
5.2.2 Participación ciudadana y su relación con la gestión de la calidad del aire	106
5.2.3 Conocimiento del peligro del MP a la salud humana	109
5.2.4 Acceso a la información de concentraciones de MP	110
5.2.5 Nivel de exposición de los ciudadanos	112
5.3. Análisis multinivel de la problemática de la gestión de la calidad del aire	113
5.3.1 Relación entre el sistema de monitoreo y la ausencia de un plan integral estratégico para renovar el parque automotor contaminante..	113
5.3.2 Relaciones entre disponibilidad de información, conocimiento del problema y exposición con la participación ciudadana.	114
5.3.3 Modelo de interacciones producto del análisis de los resultados	116
CONCLUSIONES	118

RECOMENDACIONES	121
FUENTES DE INFORMACIÓN	124
ANEXOS	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de material particulado según su tamaño (diámetro) y su clasificación según las mediciones realizadas por equipos de monitoreo..	3
Figura 2. Concentración promedio anual de MP2.5 de los 10 países más contaminadas en Latinoamérica y Centroamérica.....	5
Figura 3. Promedios de concentraciones de MP2.5 en microgramos por metro cubico para Lima Metropolitana y estaciones operativas del DIGESA para el intervalo de años del 2001 al 2014.....	6
Figura 4. Evolución del parque automotor del Perú entre los años de 1992 al 2017.	12
Figura 5. Denuncias ambientales por sector, registradas durante el año 2019	18
Figura 6. Denuncias ambientales registrada por cada tipo de fuente contaminante durante el año 2019.....	18
Figura 7. Principales problemas que impiden implementar un eficiente, regular y representativo sistema de monitoreo de material particulado en Lima Metropolitana.....	83
Figura 8. Principales problemas asociados a la ausencia de un plan integral para la renovación del parque automotor.....	85
Figura 9. Principales motivos por los que los ciudadanos no realizan denuncias o reclamos ambientales para mejorar la calidad del aire en Lima Metropolitana	89

Figura 10. Mapa de distribución de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y su concentración promedio durante los años 2014 – 2019. La ciudad de Lima Metropolitana se ha dividido en 5 Zonas mostradas en la leyenda según lo recomendado por el censo del año 2017	93
Figura 11. Propuesta de esquema de interacciones entre las variables de estudio	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Guías de calidad de aire para material particulado menor a 10 micras (MP10) y 2.5 micras (MP2.5) en valores medios de 24 horas y anuales	4
Tabla 2. Análisis de la regularidad de toma de datos de MP2.5 para el periodo del 2014 al 2019 de Lima Metropolitana	9
Tabla 3. Instituciones participantes en la mejora de la calidad del aire.....	59
Tabla 4. Tabla de consistencias	64
Tabla 5. Variables de estudio, definición e indicadores	69
Tabla 6. Caracterización de participantes de la encuesta a nivel experto.....	80
Tabla 7. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la eficiencia en la gestión de la calidad del aire y la eficiencia del sistema de monitoreo para el material particulado	81
Tabla 8. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la eficiencia en la gestión de la calidad del aire y la existencia de un plan de estrategias para la renovación del parque automotor en LM.....	84
Tabla 9. Caracterización de ciudadanos de Lima Metropolitana participantes de la encuesta de percepción sobre la gestión de calidad del aire.....	87
Tabla 10. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la buena gestión de la calidad del aire y la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias y/o reclamos ambientales.	88
Tabla 11. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y	

el conocimiento de los ciudadanos respecto al peligro que represente el material particulado para su salud 90

Tabla 12. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y el conocimiento y/o disponibilidad de la concentración de material particulado en su vecindario o distrito..... 91

Tabla 13. Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y la concentración aproximada de material particulado a la que se encuentran expuestos 94

Tabla 15. Numero de entrevistados de las instituciones identificadas en la gestión de la calidad del aire..... 95

RESUMEN

La calidad del aire en Lima Metropolitana es dañina para la salud de sus ciudadanos desde hace más de 20 años. La gestión de la calidad del aire es compleja desde el momento que responde a diferentes variables. En tal sentido, el presente estudio tuvo como objetivo comprobar la relación entre la eficiencia de la gestión de calidad del aire y 3 variables de estudio que fueron identificados como potenciales influyentes en la gestión de la calidad del aire. Estas fueron la eficiencia del sistema de monitoreo, existencia de un plan integral de renovación y/o minimización de uso de vehículos contaminantes y la participación ciudadana.

Dos encuestas virtuales fueron realizadas para determinar la relación entre las variables de estudio. La primera fue dirigida a profesionales expertos (total encuestados = 40) y segunda tuvo como público objetivo a los ciudadanos de Lima Metropolitana (total encuestados = 1346). Se cuantificaron las respuestas y se utilizó la prueba de chi cuadrado de independencia para demostrar la relación entre las variables de estudio (con un nivel de confianza del 95%). Los resultados obtenidos permiten concluir que existe una relación significativa entre las variables estudiadas. La presente tesis doctoral dirigió sus esfuerzos a sentar las bases teóricas de la realidad actual que existe en la gestión de la calidad del aire en la ciudad de Lima.

Este tipo de investigación es inédita y sus resultados proveen de información trascendental para ser incorporada en la mejora de la gestión pública de la calidad del aire.

Palabras clave: Gestión, calidad, aire, participación comunitaria, contaminante y vehículo automotor.

ABSTRACT

The air quality in Lima city has been harmful to the health of its citizens for more than 20 years. Managing air quality is complex from the moment it responds to different variables. In this sense, the present study aimed to verify the relationship between the efficiency of air quality management and 3 study variables that were identified as potentially influential in air quality management. These were the efficiency of the monitoring system, the existence of a comprehensive plan for the renewal or minimization of the use of polluting vehicles, and citizen participation.

Two virtual surveys were conducted to determine the relationship between the study variables. The first was directed to expert professionals (total respondents = 40) and the second one was aimed at citizens of Lima city (total respondents = 1346). Responses were quantified and the chi-square test of independence was used to demonstrate the relationship between the study variables (with a 95% confidence level). The results obtained allow to conclude that there is a significant relationship between the variables studied. The present doctoral thesis directed its efforts to lay the theoretical foundations of the current reality that exists in the management of air quality in Lima city.

This research has not been carried out before and its results provide transcendental information to be incorporated in the improvement of public management of air quality.

Keywords: Management, quality, Air, community participation, pollutant y motor vehicle.

INTRODUCCIÓN

Descripción de la situación problemática: la contaminación del aire

Las emisiones por fuentes móviles se producen por la quema de combustibles fósiles utilizados principalmente por el parque automotor, contaminando la atmosfera y generando material particulado en suspensión. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), estimó que en el año 2016 la **contaminación del aire** contribuyó con un 7.6% de todas las muertes a nivel mundial, representando uno de los mayores problemas que atenta contra la salud y vida de los humanos (Organización Mundial de la salud [OMS], 2006, 2013, 2016). La vinculación de las muertes se ha demostrado que se deben principalmente a la acción de partículas microscópicas, llamadas material particulado, que son capaces de ingresar al cuerpo humano a través de los pulmones y generar diversas patologías en niños (Hakan Tecer, Alagha, Karaca, Tuncel, & Eldes, 2008; Ljubimova et al., 2018; Ministerio Nacional del Medio Ambiente [MINAM], 2014a; Sánchez-Soberón et al., 2015; Timsal, Awais, & Shoaib, 2016; Yeatts et al., 2007). Como se puede imaginar, los problemas relacionados con el material particulado no solo son sociales, también tiene un impacto económico cuantificable. El Instituto de Evaluación y Métricas para la Salud (IHME de sus siglas en ingles) y el Banco Mundial (2016) estimaron pérdidas de 5,11 billones en bienestar relacionadas con las afecciones a la salud por la mala calidad del aire. Esta cifra fue calculada en base al coste económico del sistema de salud, la pérdida de mano de obra productiva y el bienestar de los ciudadanos.

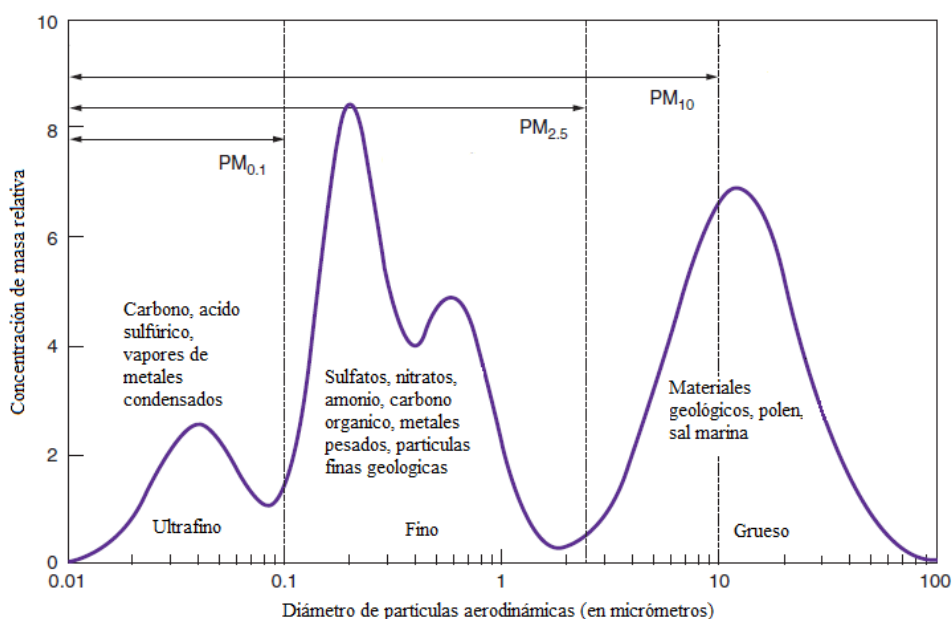
Material particulado como principal fuente contaminante del aire

El material particulado consiste en una mezcla compleja de partículas tanto solidas como liquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas microscópicas (con diámetro menores a 10 micrómetros) suspendidas en el aire (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA de sus siglas en ingles], 2020). De acuerdo a su tamaño, el material particulado se pueden agrupar en tres, las partículas gruesas (tamaños de la partícula entre 2.5 – 10 micrómetros), las partículas finas (tamaños de la partícula entre 0.1 – 2.5 micrómetros) y las partículas ultrafinas (tamaños de la partículas menores a 0.1 micrómetros) (Johnson et al., 2011).

La nomenclatura generalizada para referirse a las partículas gruesas es MP_{10} ; a las finas, $MP_{2.5}$ y las ultrafinas $MP_{0.1}$ (OMS, 2006). Sin embargo, hay que tener cuidado al momento de interpretar las concentraciones generalmente reportadas como MP_{10} , $MP_{2.5}$ y $MP_{0.1}$. Por ejemplo, cuando se reporta las concentraciones de MP_{10} estos valores incluyen las concentraciones de $MP_{2.5}$, es decir, cuando medimos material particulado de 10 micrómetros, estamos considerando partículas gruesas, finas y ultrafinas (es decir MP_{10} , $MP_{2.5}$ y $MP_{0.1}$). Esto se puede observar con claridad en la **Figura 1**, en donde Chow (1995) evidencia los diferentes tipos de material particulado y las diferentes formas de medirlo. Estas mediciones se realizan así ya que los equipos para medir estas partículas no pueden diferenciar entre partículas MP_{10} , $MP_{2.5}$ y $MP_{0.1}$. Es decir, conforme avanza la tecnología, se pueden medir unidades más pequeñas, pero no se pueden medir un rango específico de estas.

Figura 1.

Clasificación de material particulado según su tamaño (diámetro) y su clasificación según las mediciones realizadas por equipos de monitoreo.



Nota: Adaptado de Chow (1995)

Los bancos de datos a nivel mundial se encuentran en concentraciones de **MP₁₀** y **MP_{2.5}**, y son estas concentraciones las que se usan en diferentes investigaciones a nivel mundial y reportes de los diferentes gobiernos. Según el Reporte de Mundial de Calidad del Aire 2019 de Air Visual y Greenpeace, pocos países reportan sus concentraciones de MP_{0.1} (IQAir, 2020). Es importante también resaltar las partículas gruesas (rango entre 2.5 a 10 micrómetros), provienen generalmente de procesos geológicos o procesos naturales y no representan un peligro para la salud humana (Mukherjee & Agrawal, 2017). En la actualidad, los datos más exactos para medir la peligrosidad del material particulado son aquellos que miden las partículas con un diámetro menor a 2.5 micrómetros. De lo expuesto, el presente trabajo entiende material particulado como aquel menor a 2.5 micrómetros.

Gestión del material particulado como medida preventiva: Ciudad de Lima

De lo expuesto, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) ha establecido y sugerido que la gestión de la calidad del aire debe mantener **concentraciones mínimas para prevenir y/o eliminar los padecimientos a la salud asociados con el material particulado**. Estas concentraciones mínimas se les conoce como **estándares de calidad ambiental (ECA)** y son establecidas para diversos contaminantes. Específicamente para el material particulado, su concentración se mide en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones establecidas por la OMS pueden observarse en la **Tabla 1**, en donde también se hace una comparación entre lo sugerido por la OMS y los estándares de calidad ambiental establecidos por el gobierno peruano a través del D.S. N°003-2017-MINAM (2017).

Tabla 1.

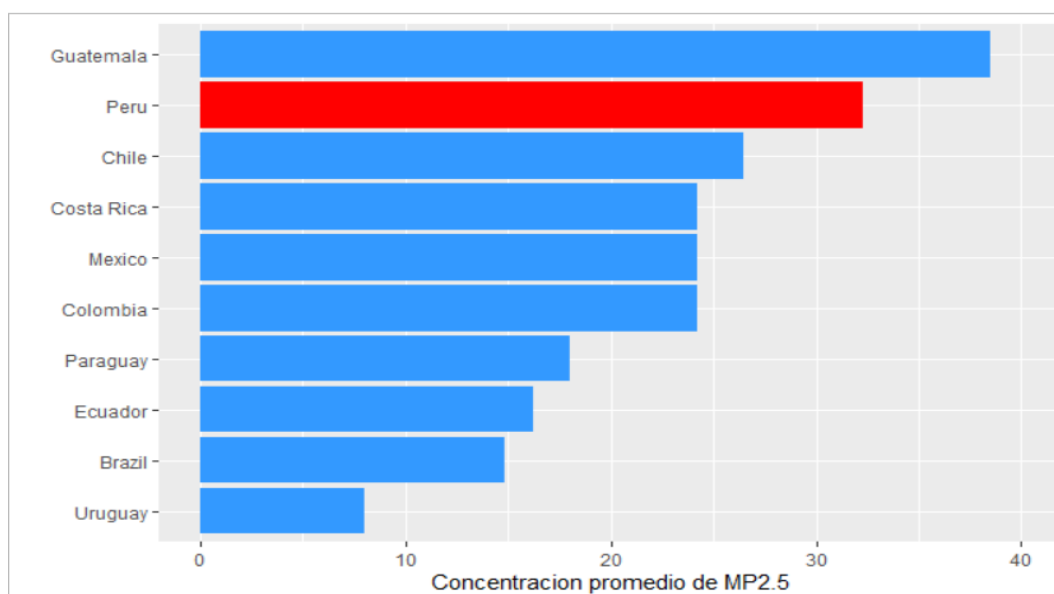
Guías de calidad de aire para material particulado menor a 10 micras (MP10) y 2.5 micras (MP2.5) en valores medios de 24 horas y anuales.

	Unidades de medida según OMS (2005)		D.S. N°003-2017-MINAM (2017)	
	Promedio de 24 horas	Promedio Anual	Promedio de 24 horas	Promedio Anual
MP _{2.5}	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Nota: Los valores establecidos por normativa peruana en el año 2017 siguen vigentes en el año 2020. Valores tomados de OMS (2005) y D.S. N°003-2017-MINAM (2017). Elaboración Propia

Figura 2.

Concentración promedio anual de MP_{2.5} de los 10 países más contaminadas en Latinoamérica y Centroamérica.



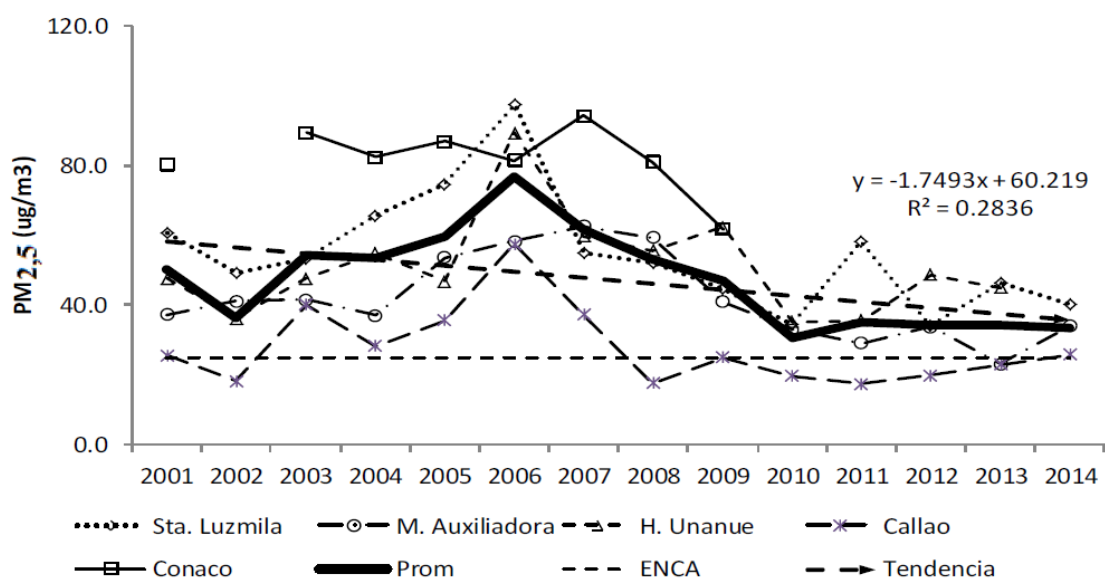
Nota: Los promedios son calculados en el número total de estaciones en cada ciudad, para cada país. En el caso del Perú (en rojo), todas las estaciones provienen de la ciudad de Lima, ocupando en segundo lugar en la lista. Valores tomados de OMS (2018). Elaboración Propia.

Según la OMS (2018), **la ciudad de Lima se encontraba en el segundo lugar de las ciudades de Latinoamérica con mayor concentración de MP_{2.5} en el año 2018 (Figura 2)**. Reportándose para ese año una concentración anual promedio de 32.2 µg/m³. Según el análisis realizado por Pacsi Valdivia (2016), de las concentraciones tomadas entre los años 2000 y 2014, realizado con los datos provenientes de 5 estaciones pertenecientes a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), la concentración promedio de MP_{2.5} ha disminuido paulatinamente en los últimos años (**Figura 3**). Pacsi Valdivia (2016), explica que esta disminución se debe al establecimiento de los estándares de calidad ambiental del aire (ECA) y de los límites máximos permisibles (LMP) para vehículos automotores. Sin embargo, lo anterior también responde al hecho de que, partir del 2006, la concentración anual de MP_{2.5} se disparan hasta llegar aproximadamente a 80 µg/m³. Podemos entonces deducir que a partir del año 2006 se ha mejorado

notablemente la calidad del aire, pero en relación con los años 2000 las diferencias son pequeñas. A pesar de la mejoría visible, las concentraciones actuales sobrepasan los ECA establecidos por la OMS, siendo un peligro constante para la salud de los ciudadanos de Lima Metropolitana.

Figura 3.

Promedios de concentraciones de MP2.5 en microgramos por metro cubico para Lima Metropolitana y estaciones operativas del DIGESA para el intervalo de años del 2001 al 2014.



Nota: La línea correspondiente al promedio (Prom) es la concentración promedio (línea negra continua) de la ciudad en base a las estaciones evaluadas. Figura tomada de Pacsi Valdivia (2016).

Ante la problemática que representa el material particulado para la ciudad de Lima, las autoridades deben hacer uso de **herramientas de gestión para tratar de controlar y minimizar las fuentes de origen, reduciendo las concentraciones totales**. Sin embargo, hay problemas evidentes que impiden que la gestión de la calidad del aire sea eficiente y permita disminuir los valores de material particulado a nivel no nocivos para la salud humana.

Problemas de la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana

Esta tesis plantea que la gestión de la calidad del aire está siendo entorpecida por diferentes factores que necesitan urgente atención por parte del gobierno. En este sentido, se ha identificado que existen tres problemas principales que obstaculizan el eficiente actuar de las autoridades locales para gestionar e implementar estrategias que reduzcan las concentraciones tóxicas de material particulado. Estos tres problemas son (a) ***la falta de información regular y de calidad de las concentraciones de material particular***, (b) ***la falta de una hoja de ruta que permita desarrollar diversas estrategias para renovar y minimizar el uso de vehículos contaminantes*** (principal emisor de material particulado en Lima) y (c) ***la ausencia de participación de los ciudadanos ante esta problemática***.

Sistema de monitoreo de material particulado en Lima Metropolitana

Una herramienta imprescindible en la planificación e implementación de estrategias de gestión de calidad del aire es la de tener **información histórica y actual** de las concentraciones de material particulado. Lima Metropolitana cuenta con 10 estaciones dedicadas a monitorear el material particulado y es responsabilidad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) gestionarlas. Cinco de las diez estaciones del SENAMHI vienen operando desde el 2010, mientras que las cinco restantes vienen funcionando paulatinamente desde el año 2014 (Pacsi Valdivia, 2016a). **El número de estaciones** en las ciudades tienen que ser representativos de las condiciones económicas, sociales y ambientales (Rouf et al., 2015). Este número según el **Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire** (D.S.N°010-2019-MINAM, 2019), se determinará en base al estudio que se quiera realizar y objetivos de investigación (los cuales no han sido

delimitados en ningún estudio posterior al decreto de este protocolo, emitido a finales del año 2019). Sin embargo, si comparamos el número de estaciones con otras ciudades el número actual es reducido. Por ejemplo, Ciudad de México, con una población cercana a la limeña (~8 millones) tiene más de 60 estaciones (Gobierno de la República de Mexico, 2017). Al problema de representatividad, se le suma una irregularidad en la toma de datos, los que pueden ser observadas en la **Tabla 2**, elaborada con data solicitada (mediante carta formal) al SENAMHI para el periodo del 2014 al 2019.

Como se puede observar en la **Tabla 2**, los porcentajes de datos faltantes tanto para los meses como para días, es muy alto, siendo no representativos en muchos casos. Sobre el particular, el nuevo Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire (D.S.N°010-2019-MINAM, 2019), establece que la información mínima suficiente para validar la información es que los datos faltantes no superen el 25% (condición que no es superada en la mayoría de casos). Se puede observar también que existen diferencias entre los porcentajes de meses con los de días, se sospecha que esto se debe a que muchos de los datos faltantes diarios son completados con el promedio de datos del mes para conseguir así un aproximado (esto se deriva del análisis y observación de los datos).

A continuación, se cita la **Tabla 2** que refleja la regularidad que se da en la toma de información sobre material particulado en las diez (10) estaciones de monitoreo gestionadas por el SENAMHI entre el año 2014 a 2019.

Tabla 2.**Análisis de la regularidad de toma de datos de MP2.5 para el periodo del 2014 al 2019 de Lima Metropolitana.**

Estación	Abreviatura	Distrito	Año de inauguración ¹	Concentración promedio anual de MP _{2.5} (µg/m ³) ²	% Meses con datos faltantes para MP _{2.5} ³	Concentración promedio diaria de MP _{2.5} (µg/m ³) ⁴	% Días con datos faltantes para MP _{2.5} ⁵
Ate	ATE	Ate	2011	40.50	0.00 %	42.12	41.07 %
San Borja	SBJ	San Borja	2011	17.90	28.30 %	16.95	31.46 %
Campo de Marte	CDM	Jesús María	2011	14.91	32.08 %	17.37	24.00 %
Santa Anita	STA	Santa Anita	2011	29.42	32.08 %	29.96	50.23 %
Villa María del Triunfo	VMT	Villa María del Triunfo	2011	25.09	43.40 %	25.29	41.39 %
Huachipa	HCH	San Juan de Lurigancho	2014	30.19	37.74 %	32.07	50.75 %
San Juan de Lurigancho	SJL	San Juan de Lurigancho	2014	31.42	16.98 %	32.22	26.67 %
San Martin de Porras	SMP	San Martin de Porras	2014	17.20	11.32 %	17.43	43.13 %
Carabaylo	CRB	Carabaylo	2014	27.53	41.51 %	27.08	45.40 %
Puente Piedra	PPD	Puente Piedra	2014	32.30	9.43	32.40	31.36 %

Nota: Valores tomados de SENAMHI (2020). Elaboración Propia.

¹ Las mediciones para MP_{2.5} recién empezaron el 2014. Se midieron solo concentraciones MP₁₀ desde el 2011 para las primeras 5 estaciones de la tabla.

² No se usaron los datos faltantes en el promedio, esto quiere decir que para cada estación la población total varía. Por tal motivo, lo tomamos solo como estimado.

³ Los datos reflejan el análisis de un total de 53 meses medidos a partir de 2014.

⁴ No se usaron los datos faltantes en el promedio, esto quiere decir que para cada estación la población total varía. Por tal motivo, lo tomamos solo como estimado.

⁵ Los datos reflejan el análisis de un total de 58440 días medidos a partir de 2014.

La regularidad de los datos de concentración mensual cobra relevancia debido a que están sometido a variaciones que responden a variables climáticas. Diferentes investigaciones han encontrado variaciones en la concentración de MP en periodos de lluvias con altas temperaturas y durante inviernos secos (Mirhosseini et al., 2013; Rouf et al., 2015; Shakya et al., 2017). De igual manera Li et al. (2017) también demostró que las concentraciones de MP tienen una correlación negativa con la velocidad de viento y una correlación positiva con la presión de aire, la temperatura de aire y la humedad relativa. Pacsi Valdivia (2016) ha encontrado que, en Lima Metropolitana, los valores de concentración de MP son altos durante el periodo de otoño y los valores mínimos durante la primavera. Debido a estos hallazgos, la regularidad mensual de toma de datos es aún más relevante para la toma de decisiones y estrategias por parte de las autoridades locales.

La regularidad de la información de la concentración de MP diarios es importante debido a que existen diversas fuentes de variación como por ejemplo los picos de congestión vehicular (Barmpadimos et al., 2011). Pacsi Valdivia (2016) registro dos picos horarios de concentración de MP_{2.5}, en la ciudad de Lima, el primero a las 10:00 am y el segundo a las 10:00 pm. Por tal motivo, es importante que los datos se tomen de manera uniforme y regular, de lo contrario las interpretaciones y acciones a tomar serian erróneas. Los problemas del sistema de monitoreo son diversos, pero la ausencia de investigación que relacionen este sistema con la eficiencia de la gestión de calidad del aire hace difícil tomar acciones concretas.

Estrategias para reducir la contaminación del aire en Lima Metropolitana

Dejando al margen el sistema de monitoreo, **la gestión de la calidad del aire** podría estar siendo afectada también por la falta la elaboración de una estrategia a

mediano y largo plazo que fomente la renovación del parque automotor. Para el caso de Lima Metropolitana se ha determinado que el 58% de las emisiones de material particulado menor a 2.5 micrómetros proviene de la combustión producida por su parque automotor y el 42% restante provienen de emisiones fijas como por ejemplo de actividad industrial y restaurantes (Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, 2019).

La mayor contribución de las emisiones del parque automotor no es un problema particular en Lima Metropolitana. A nivel mundial se evidencia la fuerte presión que ejerce la quema de combustibles fósiles del parque automotor en las concentraciones de material particulado, siendo uno de los principales focos de atención en la gestión de calidad del aire (Abu-Allaban et al., 2007; Jithin et al., 2019; Martin, 2005; Pacsi Valdivia, 2016a; Slezakova et al., 2007).

Los vehículos más antiguos (más de 10 años de antigüedad) y/o los que utilizan combustibles que contienen altos contenidos de azufre, metales pesados y compuestos tóxicos (p.ej. Diesel) son los principales responsables de las altas concentraciones de MP_{2.5} (Karagulian et al., 2015; Rouf et al., 2015). Según datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú, para el año 2010 la antigüedad promedio de los taxis en Lima Metropolitana y el Callao era de 15 a 10 años y para los vehículos de transporte público de 15-20 años de (Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao, 2011). Este número, según el reporte realizado por la ONG Fundación Transitamos se ha visto reducido para el año 2018, teniendo una antigüedad promedio de 11 años (Acosta, 2018). Sin embargo, aun representa un alto número de vehículos antiguos en la ciudad.

En la **Figura 4** (Tarazona, 2019), se visualiza la evolución y decaimiento de la importancia de vehículos usados, impulsada por la apertura de importación de vehículos usados al Perú durante el primer gobierno del Presidente Fujimori en el año de 1992 (Ley N°25789, 1992). Esta disminución se logró gracias a la “Ley general de transporte y tránsito terrestre” (Ley N°27181, 2012), la cual prohibiría la entrada de vehículos usados al Perú definitivamente. Este cambio se refleja en el decaimiento del material particulado durante los años 2006 al 2010 visto en la **Figura 3**. De la **Figura 4**, también podemos observar el gran crecimiento del parque automotor en el Perú a partir del año 2010, siendo en la actualidad aquellos vehículos contaminantes, que en muchos casos carecen de filtro y tecnología adecuada para reducir sus emisiones de material particulado (Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao, 2019). En tal sentido, **es importante implementar las estrategias adecuadas** para la renovación y/o mejorar la tecnología de la flota de automóviles actualmente.

Figura 4

Evolución del parque automotor del Perú entre los años de 1992 al 2017.



Nota: Se puede evidenciar la evolución del parque automotor tanto para automóviles nuevos y usados desde año 1992 al 2017, evidenciándolos principales acontecimientos relacionados con sus cambios. Figura tomada y adaptada de Tarazona (2019).

A pesar de que la fiscalización de vehículos antiguos juega un rol importante en la descontaminación, esto no significa que los vehículos nuevos que ingresan en el país no tengan un efecto negativo en la calidad del aire. No todo vehículo nuevo es necesariamente no contaminante y su nivel de contaminación dependerá de la tecnología y procedencia del automóvil.

La planificación de estas estrategias se basa en el avance de las normas técnicas decretadas por el gobierno peruano. En la actualidad, en el Perú se cuenta con la normativa y el establecimiento de los límites máximos permisibles (LMP). Estos límites se establecen a su vez en los estándares de calidad ambiental de cada país, con la ayuda de normas internacionales usadas como referencia (Euro, TIER y EPA). Estas normas establecen el tipo de filtro mínimos que deben de estar en los vehículos para prevenir la contaminación del aire. Así mismo, las normas limitan, principalmente, la producción de combustibles con contenido de azufre altos, para así evitar su emisión a la atmosfera.

En base a lo expuesto, la última actualización de los LMP para las emisiones del parque automotor en el Perú se realizó en el año 2017, mediante el D.S.N°010-2017-MINAM. En este decreto se determinaron los LMP en base a la norma Euro 4 y se estableció que entraría en vigor a partir del año 2018. Esto quiere decir que, a partir del 2018, la venta de automóviles que no cumplan con los LMP estará prohibida. El establecimiento de los LMP permite funcionar como marco de referencia para determinar cuáles son los carros que contaminan la atmosfera y así desplegar diferentes estrategias.

El establecimiento de los LMP permite implementar diferentes estrategias para la renovación del parque automotor. Dentro de estas estrategias, en el Perú

principalmente se utiliza el sistema de fiscalización de automóviles para reducir el número de vehículos altamente contaminantes. Esta estrategia se basa en el establecimiento de infracciones M15 y M27. Estas, facilitan tanto a la Policía Nacional del Perú (PNP) como a los servicios de inspección técnica a poner multas y retener vehículos que sobrepasen las concentraciones establecidas de los LMP (SUTRAN, 2020). Sin embargo, la estrategia de fiscalización no ha sido eficiente en los últimos años para renovar y/o minimizar el uso de vehículos contaminantes, por lo que es necesario complementarlo con otro grupo de estrategias que han demostrado ser más eficientes en otras ciudades del mundo (Hesketh et al., 2017; Kunugi et al., 2018; Quarmby et al., 2019; Tapia et al., 2018).

Existe evidencia suficiente que corroboran que la fiscalización no es la estrategia más eficiente, y tampoco la única, para renovar y/o minimizar el uso de vehículos contaminantes (California Air Resources Board, 2016; Conlan et al., 2016; Gulia et al., 2015; OECD, 2017; Xiao, 2015). Se pueden implementar diversos tipos de estrategias como por ejemplo el de mejorar la infraestructura del sistema de transporte público sostenible (Hesketh et al., 2017; Tapia et al., 2018) promover el uso de bicicletas para transporte en conjunto con la construcción de ciclovías en la ciudad (Conlan et al., 2016), creación de barreras verdes para minimizar los impactos de los contaminantes (Font & Fuller, 2016), incentivos económicos para facilitar la adquisición de automóviles con fuentes de energía renovable o el establecimiento de impuestos a los combustibles fósiles para impulsar otro tipo de fuentes de energía más amigable con el medio ambiente (Wang et al., 2019).

Es importante señalar que no existe una única estrategia para resolver el problema del parque automotor antiguo y/o contaminante, sino que es el conjunto de estrategias, generalmente destinadas a motivar a los conductores a cambiar sus

vehículos las que han obtenido mejores resultados (Avis & DeLuca, 2005; Bansal & Bandivadekar, 2013; Department for Environment Food & Rural Affairs, 2019; Gwilliam et al., 2004; Kunugi et al., 2018; Wang et al., 2019). Este conjunto de estrategias debe de regirse mediante un plan a mediano y/o largo plazo, el cual sea holístico, estructurado y jerárquico. Esta hoja de ruta está ausente en la realidad peruana, por lo que los esfuerzos y/o estrategias que se implementan no llegan a tener el impacto deseado.

En la realidad de Lima Metropolitana, se intentan implementar estrategias complementarias a el sistema de fiscalización, sin embargo, no responden en relación con la urgencia que representan los altos niveles de material particulado en el aire. Por ejemplo, encontramos el programa de chatarrero. Si bien hay conductores que han recibido el beneficio de un bono por permitir eliminar su automóvil contaminante y antiguo, el presupuesto e infraestructura son limitados y por sí solo no responde a la demanda que existe para renovar el parque automotor (MML, 2020). Ante esta realidad, el presente trabajo identifica que se debería de evidenciar si la falta de una hoja de ruta afecta significativamente la gestión de la calidad del aire, y que aspectos o problemas son urgentes de tomar en cuenta para el establecimiento de un plan holístico y multisectorial que no solo evalué la situación sino tenga responsabilidades y objetivos delimitados.

Ausencia de la participación ciudadana en la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana

Hasta el momento, se han visto dos problemas que pueden estar influyendo significativamente la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana. Adicionalmente, la presente tesis plantea que la ausente participación ciudadana

en el problema de la calidad del aire es un factor determinante en una gestión eficiente. La ley general del Ambiente en su artículo I establece que:

“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente” (N°28611, 2005, p.01).

De esta ley rescatamos que el rol del ciudadano no es simplemente de receptor de los beneficios que obtienen de la gestión del estado, sino que su participación es imprescindible dentro del proceso. Se define participación ciudadana como la manifestación de intereses y demandas del público, respaldas por sus derechos y deberes, en búsqueda de un cambio en la toma de decisiones de sus autoridades para la mejora de la gestión pública y calidad de vida (Bulege, 2016; Paliza, 2017). Castillo (2017), por ejemplo, postula que los ciudadanos son actores estratégicos para la renovación y solución de problemas de gestión actual en las políticas públicas de un gobierno. El autor sostiene que el público tiene la capacidad de generar demandas y reclamos que activen o generen cambios positivos en las gestiones del gobierno.

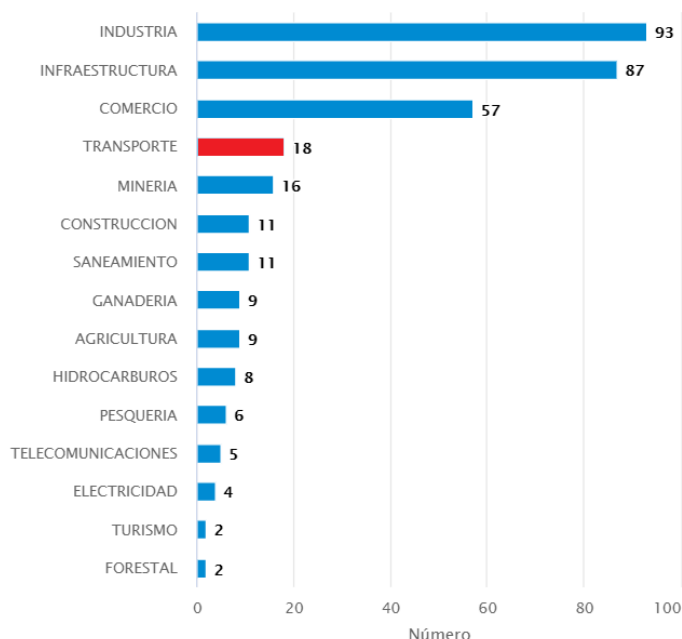
A pesar del relevante impacto que tienen los ciudadanos con su participación, su eficacia no solo depende de su actuar individual o colectivo. Este proceso debe de ir acompañado de espacios y canales de comunicación que permitan que su contribución llene los vacíos o resuelva las deficiencias en la formulación e implementación de políticas públicas (Díaz, 2017). En este sentido, es función de los gobiernos nacionales, regionales o locales el de crear estos espacios de relación entre representantes y representados que tienen la potencialidad de contribuir positivamente con las gestiones públicas y urbanas (Canto, 2012).

En base a lo expuesto, en el año 2019 se reportó en el “*Décimo Informe Urbano de Percepción sobre Calidad de Vida de la Ciudad*” que alrededor del 9% y 9.5% de limeños y chalacos respectivamente asegura haber participado en alguna reunión pública para discutir problemas que tienen lugar en sus vecindarios (Municipalidad de Lima Metropolitana, 2019). Esta mínima participación se debe, según los ciudadanos encuestados, a la insuficiencia de mecanismos de comunicación que incentiven su participación. Cáceres (2016) ya remarcaba esta situación en Lima en el año 2016, donde concluye que la ausencia de reglas y orientaciones para la gestión de participación ciudadana perjudica en todas las instancias del gobierno, debido a la falta de interés de los funcionarios por potenciar los espacios de intercambio y el conocimiento de las problemáticas.

Si bien las encuestas de participación ciudadana se realizan de manera general, es decir no directamente relacionadas con los problemas ambientales (como el de la calidad del aire), se puede inferir que para temas ambiental es incluso menor. Lo anterior, se puede evidenciar en la base de datos online de acceso libre reportada por la Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) desde el año 2018. Para el año 2019 se han registrado un total de 338 denuncias ambientales en Lima Metropolitana, de las cuales solo 18 están vinculadas con las emisiones del parque automotor (**Figura 4**) y 33 relacionadas con denuncias correspondientes a material particulado (**Figura 5**). La falta de participación ciudadana se explican según Bulege (2016) y Paliza (2017) en la falta de acceso a la información, el desconocimiento general de los problemas del medio ambiente, un deficiente sistema educativo y a mecanismos ineficientes de participación ciudadana.

Figura 5.

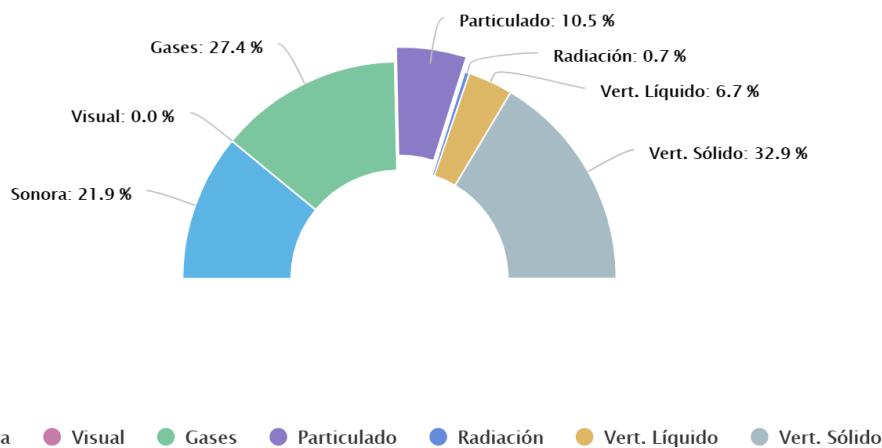
Denuncias ambientales por sector, registradas durante el año 2019.



Nota: Se puede evidenciar que solo 18 de 338 denuncias están relacionadas a las emisiones realizadas por el parque automotor (correspondiente aproximadamente al 5%). Figura tomada de OEFA (2019).

Figura 6.

Denuncias ambientales registrada por cada tipo de fuente contaminante durante el año 2019.



Nota: Se puede observar que el porcentaje de denuncias correspondientes al nivel particulado es de 10.5%, de 338 denuncias totales (equivalente aproximadamente a 35 denuncias). Figura tomada de OEFA (2019).

Conclusión de la problemática en la gestión de la calidad del aire

De lo expuesto, se puede prestar atención respecto a la necesidad de reducir las concentraciones de material particulado actuales, señalando que éste es un problema real y urgente. Lo anterior, se podría conseguir en un escenario en el cual la gestión de la calidad del aire sea eficiente y reactiva a los peligros que se enfrentan los ciudadanos día a día. Sin embargo, en la actualidad parecen existir motivos de fondo para desplegar acciones que permitan a los ciudadanos de disfrutar de un aire limpio.

Formulación del problema

Problema General

PG: ¿La eficiencia de la gestión pública del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en Lima Metropolitana?

Problemas específicos

PE1: ¿Se encuentran relacionados la eficiencia de la gestión de la calidad del aire con el sistema de monitoreo de material particulado?

PE2: ¿Se encuentran relacionados la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor?

PE3: ¿Se encuentra relacionadas la eficiencia de la gestión de la calidad del aire con la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire?

PE4: ¿Se encuentra la participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada al conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa el material particulado para su salud?

PE5: ¿Se encuentra la participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada a la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana?

PE6: ¿Se encuentra la participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada al nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos?

Objetivos de la investigación

Objetivo Principal

OP: Determinar si la eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en la ciudad de Lima Metropolitana.

Objetivos específicos

OE1: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la eficiencia del sistema de monitoreo del material particulado.

OE2: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor.

OE3: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.

OE4: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.

OE5: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.

OE6: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.

Justificación de la investigación

Importancia de la investigación

La presente investigación ha identificado tres problemas principales que estarían obstaculizando a la eficiencia de la gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana. La demostración de esta hipótesis permitirá dirigir esfuerzos de manera eficiente y eficaz en la reducción de reducir los niveles de material particulado a los que los limeños y chalacos se encuentran expuesto. Así mismo, la solución de estos problemas podría permitir a las autoridades, planear nuevas estrategias para crear o reformular el actual sistema de gestión que se base en un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor en base a información regular, confiable y reportada en tiempo real a entidades públicas como los ciudadanos.

En este contexto, esta investigación presentará evidencia científica que permita entender por qué las concentraciones de material particulado no han podido reducirse para impedir problemas a la salud. Por otro lado, este estudio puede servir como modelo de identificación de variables que estén influenciando negativamente otros problemas ambientales urbanos, como, por ejemplo, la contaminación sonora, el manejo de residuos sólidos, las emisiones por fuentes fijas, entre otros.

Viabilidad de la investigación

La obtención de los datos necesarios para la presente investigación es viable debido al carácter público de los mismos. Por ejemplo, los datos de monitoreo de material particulado han podido obtenerse tras solicitud al servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI). Por otro lado, las leyes y/o decretos

supremos de relevancia para la gestión de la calidad del aire se encuentran publicados en la página oficial del estado y el periódico nacional El Peruano.

Limitaciones del estudio

Los resultados encontrados en este estudio responderán a las características de la ciudad de Lima Metropolitana. Recordando la investigación de Karagulian et al. (2015), las fuentes de emisiones varían entre países, regiones e incluso localidades. Teniendo esto en cuenta, los resultados de la presente investigación son concluyentes para la realidad solo de Lima Metropolitana y no se recomienda generalizar este comportamiento en otras ciudades del Perú. De la misma manera, hay que señalar que la presente tesis se enfoca en evaluar el material particulado proveniente del parque automotor, y las políticas relacionadas en este aspecto.

CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1 Modelos y estrategias de monitoreo de la calidad del aire a nivel internacional

La importancia del sistema de monitoreo y la información que estas generan son un punto crítico para la gestión de calidad del aire, ya que permitirán tomar decisiones objetivas e informadas. Como se ha podido observar en el desarrollo de la problemática, no solo basta con que los sistemas de monitoreo existan, sino que estos deben de cumplir ciertas características mínimas para asegurar la eficiencia en los procesos. Los sistemas de monitoreo de calidad del aire deben de realizar mediciones regularmente, deben de ser representativos y deben de estar conectados a un sistema moderno de telecomunicación para ofrecer la información en tiempo real.

Comenzaremos por presentar en análisis realizado por Gobierno de la República de Mexico (2017) de su gestión ambiental de la calidad del aire para determinar las estrategias a implementar en el futuro para su mejora. Nos centraremos en el eje 4 del documento (págs. 44 - 49). Esta sección se centra en evaluar y consolidar los instrumentos de medición para la generación de información confiable y representativo de la calidad del aire, es decir un adecuado sistema de monitoreo de la calidad del aire. Se verá a continuación, que, en algunos aspectos, México tiene mucha ventaja sobre Perú en tema de monitoreo ambiental, sin embargo, también se evidencia que comparte problemas similares a la realidad peruana.

El documento resalta que un buen sistema de monitoreo es el principal instrumento utilizado por las autoridades, ya que, sin una información de calidad, el diseño e implementación de estrategias pueden ser erróneas. Los autores exponen que el número y ubicación dependen de los objetivos que se asocian a la utilización de estos datos, pero que estos están siempre en función de la representatividad y cobertura del sistema. Ya en el 2012, los protocolos de estandarización para homologar equipos y estaciones se dio en México a través de la norma oficial NOM-156-SEMARNAT-2012. Su homóloga en el Perú se aprobó a finales del 2019 (D.S.N°010-2019-MINAM, 2019), esta simple diferencia nos puede dar una idea del retraso no solo en implementación, sino en normativa por parte del Perú. A pesar de su adelanto en normativa e implementación, en México aún se experimentan diversos problemas similares a los peruanos.

Según el informe del Gobierno de la República de México (2017) hasta el año 2017, México contaba con 241 estaciones en todo el país. De estas estaciones 134 eran automáticas, 73 manuales y 34 mixtas. En comparación con el Perú, el número total no supera las 30 estaciones. Sin embargo, México también presenta un número considerable de estaciones abandonadas y deterioradas por falta de mantenimiento debido al escaso presupuesto, falta de capacitación y rotación del personal capacitado. Incluso en los lugares donde las estaciones se mantienen operativas, la falta de capacidad de los gobiernos locales para manejar los datos, validarlos, interpretarlos, comunicarlos y hacer uso óptimo de ellos son problemas que demandan solución.

Ante esta situación, los planes del gobierno de México con respecto al monitoreo de la calidad del aire se enfocan en la actualización de sus equipos y en la aplicación de la norma de calibración NOM-156 a cada uno de ellos. De esta

manera, se intenta buscar la estandarización de todas las estaciones operativas. El documento también profundiza en la necesidad de crear inventarios de emisiones, los cuales son el sustento científico para generar modelos que permitan pronosticar las concentraciones de contaminantes por áreas y el potencial movimiento y origen de estos.

Como parte del análisis de los datos, se rescata del documento que existe una necesidad de invertir en una institución y/o equipo especializado de científicos que puedan no solo limpiar los datos sino también utilizarlos para la generación de conocimiento práctico. Esto permitirá darle un valor agregado a la información obtenida, generando modelos de transporte y movilización de contaminantes, aplicación de nuevas tecnologías de medición, identificación de orígenes de contaminantes, profundización en el análisis de riesgos a la salud, vulnerabilidad de ecosistemas, entre otros. Los errores y aciertos de México deberían de servir como ejemplo para implementar de manera eficiente los protocolos de estandarización de monitoreo en el Perú de manera eficaz y eficiente.

Pasando a un **segundo caso de estudio**, se presenta el estudio realizado por Baklanov, Molina, & Gauss (2016), los cuales estudiaron diferentes sistemas de monitoreo en megaciudades en el año 2016. En este análisis, se evalúa la evolución la tecnología y la importancia de los sistemas de monitoreo en relación con las normas e implementación de estrategias que han permitido disminuir las concentraciones nocivas de contaminantes atmosféricos. Los autores basan su estudio en grandes ciudades como la ciudad de México, Los Ángeles, ciudades de la Unión Europea y Asia Central. En su investigación, los autores rescatan como el sistema de monitoreo e información han permitido identificar las fuentes de contaminantes, permitiendo así diseñar medidas y estrategias de mitigación

específicas para cada problema. De la misma manera, la calidad de los datos ha permitido determinar la dispersión y transporte de los contaminantes desde sus fuentes de origen a partir de datos y modelos de pronóstico en tiempo real, los cuales han facilitado de igual manera el diseño de estrategias eficientes.

Debido a los beneficios que se logran en base a sistemas de **monitoreo los autores argumentan** que su constante mejora e inversión para brindar información de calidad es indispensable para el establecimiento de normativas y estrategias de gestión de la calidad del aire. Sin embargo, los autores también corroboran que tener sistemas de información de alta calidad es un problema generalizado a nivel mundial, los cuales tienen implicancias negativas en la gestión de la calidad del aire y/o ausencia de control de los contaminantes.

Los casos de estudio analizados en esta sección, **resalta la importancia de los sistemas de monitoreo en la toma de decisiones eficientes de la gestión de la calidad del aire**. Así mismo, también evidencia que los sistemas de monitoreo se encuentran en constante mejora y que son siempre optimizables ya que dependen de los avances tecnológicos y científicos. Esta situación, resalta la urgencia que tiene la ciudad de Lima Metropolitana y el Perú en establecer un sistema de monitoreo que responda a las exigencias mínimas de eliminar afecciones a la salud humana.

1.1.2 Estrategias para la renovación del parque automotor implementadas a nivel internacional

La mayoría de literatura y casos de estudio exitoso en la remoción o renovación del parque automotor contaminante en el mundo se basan en políticas públicas integradoras, es decir un conjunto de planes y estrategias con un fin en común que

apuntan a un mismo objetivo. Dentro de la revisión bibliográfica realizada no se han encontrado casos de estudio exitosos de la gestión del parque automotor contaminante que se basen en estrategias únicas. Esto evidencia que sería muy difícil lograr una disminución del parque automotor contaminante sin un plan de estrategias integradas. La mayoría de las estrategias encontradas se basan en incentivar el cambio de transportes contaminante hacia unos más limpios en base a políticas que incentiven el cambio de comportamiento de los ciudadanos.

Comenzaremos nombrando al caso de estudio centrado en las políticas y eficiencia reportadas por Wang et al. (2019) para la gestión del parque automotor en el país de China y sus diferentes localidades. El rápido crecimiento económico de este país durante los años 2009 y 2016 estuvo acompañado de un crecimiento explosivo en el uso de vehículos, muchos de ellos altamente contaminantes. Según Wang et al. (2019) en el año 2013 un total de 13.4 millones de automóviles en China fueron reportados como vehículos amarillos (10.7% de toda la flota vehicular de China). Estos vehículos son todos aquellos que sobrepasan los estándares de emisión establecidos por el gobierno chino y son considerados contaminantes (no necesariamente antiguos). A pesar de ser solo la décima parte de la flota total del país asiático, se le atribuyó un total del 78.8% de emisiones de material particulado. En tal sentido su eliminación era urgente para el bienestar de los ciudadanos de China. En esta coyuntura, el "*Plan de desarrollo bajo en carbono para el ahorro de energía y reducciones de emisiones 2014-2015*" fue establecido. El objetivo de este plan fue el de remover un total 6 millones de vehículos basados en tres políticas. Estas fueron, el de (i) ofrecer subsidios por el gobierno e incentivar que los dueños desechen sus vehículos mediante programas de chatarreo, (ii) delimitar áreas geográficas en donde estos vehículos tenían prohibido circular y (iii) solicitar

a los dueños la actualización de sus sistemas de filtro en sus motores y la adquisición de permisos que evidencien que sus automóviles no superan las emisiones límites establecidas.

Como resultado de estas medidas, un total de 15 millones de vehículos amarillos, (un número mayor a los reportados inicialmente) fueron renovados o desechados durante los años 2013 al 2015. A pesar de que China, también cuenta con un sistema de fiscalización, donde se penaliza a los conductores que superen los límites máximos permisibles, este no formo parte central de las políticas de renovación de la flota automovilística. Por lo contrario, las políticas se han concentrado en brindar oportunidades para que los usuarios renueven sus automóviles con opciones limpias y el uso de sistemas de transporte urbano. Este último punto fue complementado el desarrollo y renovación del sistema de transporte público a nivel nacional. Esto permitió migrar hacia un sistema de transporte bajo en uso de fuentes fósiles, vehículos altamente eficientes en consumo de energía y gran capacidad para poder movilizar a los ciudadanos de manera eficiente y ordenada para impedir el tráfico y congestión en las ciudades. Estas estrategias fueron acompañadas a su vez de la reconstrucción y reparación de pistas dentro y fuera de la ciudad, el incremento en el número de ciclovías, y el incremento paulatino de los estándares de calidad y emisión de los combustibles.

Si bien, la aplicación de un sistema eficiente de fiscalización parece ser la solución al problema de automóviles contaminantes en tránsito, se evidencia que esta estrategia de castigo a los conductores no ha brindado resultados esperados y más bien estrategias alternativas han brindado soluciones que incentiven a los conductores a cambiar sus automóviles de manera exitosa.

Esta situación es claramente evidenciada en el **estudio presentado por Quarmby, Santos, & Mathias, (2019)**, el cual usamos como segundo caso de estudio de antecedentes. Los autores han analizado las estrategias para eliminar los automóviles contaminantes en tres ciudades a nivel mundial, las cuales han conseguido mantener sus concentraciones de material particulado de 2.5 micrómetros por debajo de los establecidos por la OMS (2016). Las ciudades analizadas fueron Edinburgo (Escocia), Honolulu (Hawaii) y Tallinn (Estonia), las cuales tienen una población entre 300 mil a 500 mil habitantes. Estas tres ciudades representan las ciudades con menores concentraciones de material particulado según la base de datos de la OMS (2018). En tal sentido, el estudio de las estrategias utilizadas por estos países, representan un ejemplo para otras realidades a nivel mundial.

Las tres ciudades mencionadas comparten la implementación de estrategias, las cuales se han basado principalmente en políticas para desmotivar el uso de vehículos que funcionan a gasolina o Diesel. De esta manera, Quarmby et al. (2019) evidencia tres tipos de estrategias comunes en las ciudades analizadas, estos son medidas de legislación y regulación, medidas de potencia suave y medidas económicas. Dentro del primer grupo de medidas, los autores se sorprenden de encontrar que no existen restricciones estrictas que impidan el tránsito de vehículos que utilicen gasolina o Diesel como fuente de energía en ciertas regiones o distritos dentro de la ciudad. Sin embargo, se evidencia que tanto Edimburgo y Honolulu tienen normas estrictas para regular el tránsito de vehículos altamente contaminante en relación con sus normativas establecidas. Sin embargo, Quarmby, Santos, & Mathias, (2019) aseguran que no es claro si estas restricciones han sido correctamente puestas en práctica, ni se tienen conocimiento de su

eficiencia. Adicionalmente, los tres países han optado más bien por planes y programas que instan a los ciudadanos a migrar a nuevas formas de tecnología sostenible, como también el establecimiento de velocidades mínimas dentro de las ciudades y la prohibición de dejar el motor encendido mientras que los vehículos se encuentran en las vías de tránsito. Aunque en este último caso, los autores también comentan que no está claro si estas restricciones son fiscalizadas o supervisadas, ni se tiene conocimiento de su eficiencia.

Dentro del segundo grupo de medidas establecidas en estos tres países, encontramos estrategias como la implementación de un sistema de transporte moderno, confiable y bajo en emisiones; utilizar fuentes de energía sostenibles y/o renovables. Los sistemas no solo son buenos, sino que son en el caso de Edimburgo y Tallinn ofrecidos gratis a personas mayores de 60 años y discapacitados respectivamente. Y en el caso de Honolulu, el sistema de transporte es completamente gratuito para sus ciudadanos. Estas políticas buscan el uso masivo del sistema de transporte, reduciendo así la necesidad de las personas a usar vehículos propios. Complementando al sistema de transporte público, las 3 ciudades también coinciden en el fomento y mejora de la infraestructura para el uso de bicicletas como parte de programas que motiven los comportamientos menos contaminantes dentro de la ciudad.

Por ultimo los autores evalúan las medidas económicas utilizadas en las tres ciudades, siendo principalmente basadas en la implementación de impuestos al uso de gasolina o Diesel (variando dentro de cada ciudad) e incentivos económicos que facilitan la transición hacia el uso de carros híbrido y/o eléctricos. Los autores resaltan que todas las medidas tomadas por los gobiernos de estas tres ciudades se complementan a través de programas de educación, los cuales facilitan el

cambio de comportamiento de los ciudadanos hacia el uso de fuentes de energía sostenibles. Es así como la cultura y el nivel de educación ambiental de las sociedades permiten y facilitan el éxito de medidas que incentiven el cambio de comportamiento.

Hemos podido observar en los dos primeros trabajos de estudio, que la implementación de planes integrados de gestión de calidad del aire urbana no solo se maneja con la regulación y/o establecimiento de multas, se necesitan medidas que, si bien se basan en las normas, las complementan para que estas se cumplan. Los casos analizados, hasta el momento representan contextos de ciudades o países en donde tanto el crecimiento económico como el cultural están más avanzados en contexto de temas ambientales. Esta realidad es difícil de encontrar en países en vías de desarrollo, como son por ejemplo la realidad de Latinoamérica. Para evidenciar que está faltando en estos países, analizamos el estudio realizado por Gulia, Shiva Nagendra, Khare, & Khanna (2015), en donde identifica las razones por las cuales estos sistemas de gestión de la calidad del aire, dentro de un plan integral, no llegan a implementarse o no funcionan como en otras realidades.

El **estudio de Gulia, Shiva Nagendra, Khare, & Khanna (2015)** se centra en la comparación de países desarrollados y países en desarrollo. Dentro del primer grupo encontramos a los países de Estados Unidos, países de la Unión Europea, Reino Unido, Australia, Japón y Singapur; dentro del segundo grupo encontramos a los países y/o ciudades de México, la India, Sur África, China y Tailandia. Los autores han encontrado que la mayoría de los países desarrollado han implementado satisfactoriamente planes integras de gestión de la calidad del aire

urbano. Sin embargo, en los países en desarrollo evaluados, este tipo de planes están en proceso de desarrollo o no existen del todo.

Como resultado de la investigación de Gulia et al. (2015) se han identificado diferentes estrategias que los países desarrollados han utilizado exitosamente para reducir las concentraciones de material particulado y otros contaminantes. A continuación, nombraremos algunas de ellas:

- Facilitación para introducir fuentes alternativas de combustible para vehículos.
- El mejoramiento de la calidad de los combustibles fósiles.
- El mejoramiento de la tecnología de los automóviles en el filtrado de emisiones.
- Uso de vehículos bajos en emisiones (eléctricos o híbridos).
- Mantenimiento y mejora de ciclovías, corredores específicos de autobuses, áreas exclusivas para peatones, delimitación de zonas bajas en emisiones.
- Prohibición de entrada de vehículos contaminantes a regiones de control establecidas, prohibición de vehículos pesados en ciertas zonas de la ciudad.
- Implementación de un sistema tecnológico e inteligente de transporte público, establecimiento de subsidios e impuestos reducidos para la adquisición de vehículos amigables con el medio ambiente.
- Mantenimientos constantes de pistas, reducción de vehículos a Diesel, entre otras.

La mayoría y/o totalidad de esas estrategias se encuentran implementadas en los países en desarrollo y tal como lo resumen el trabajo de Gulia, Shiva Nagendra,

Khare, & Khanna (2015) han generado grandes beneficios en la reducción de concentración de contaminantes atmosféricos, lo cual se ha visto reflejado en la reducción de casos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en dichos países. El estudio realiza la comparación del estado de estas estrategias en el caso de los países en vías de desarrollo. Se encontró que la mayoría de estas implementaciones no se dan del todo en estos países y no se encuentran planificadas dentro de un plan de desarrollo integral. Las mejoras en la calidad del aire en estos países, si bien mejora poco a poco, aun supera los límites establecidos por la OMS (2006), perjudicando la salud de sus habitantes.

El conjunto de estas normas se debe de realizar pues casi en su totalidad, se evidencia que la eficacia y eficiencia de estas estrategias no radica en solo una, sino que cada una va sumando esfuerzos para reducir las concentraciones de contaminantes por debajo de los niveles nocivos. Las razones que evidencia que este sistema no es implementado en estas regiones son explicadas por los autores en base a la ***falta componentes claves que los países desarrollados si poseen.*** Entre estas encontramos la ausencia de una red sistematizada de monitoreo, un inventario regular y representativo de las concentraciones de los contaminantes, sistemas de monitoreo y predicciones y la participación ciudadana. Sin estos componentes esenciales, según los autores, es difícil que en los países en vías de desarrollo se logren implementar un plan de estrategias eficientes para cada una de las diferentes realidades. En tal sentido, el presente estudio se enfoca en tanto no solo en enfatizar la ***falta de un plan integral de estrategias para la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana***, sino también en subrayar que ***sin un sistema de monitoreo adecuado y la participación ciudadana la implementación de este plan se encuentra lejano a la realidad.*** Las estrategias

deben basarse en buena información y en el cumplimiento de estas por los ciudadanos.

1.1.3 Experiencias y características de la participación ciudadana analizadas a nivel internacional

El objetivo de esta sección es evidenciar como la participación ciudadana tiene influencia en las gestiones públicas, así como el importante rol que juegan los ciudadanos como agentes del cambio. Es importante para ellos entender los conceptos de gobernabilidad e implementación de políticas públicas. Cabe resaltar que no se han encontrado estudios que relacionen específicamente la participación ciudadana con la calidad del aire, pero si con temas ambientales.

Binder, Blankenberg, & Welsch (2019) analizaron como el comportamiento de grupos de ciudadanos pueden influenciar un comportamiento proambiental.

Este análisis se basa en una serie de encuestas dirigidas a ciudadanos de Reino Unido, en donde se evalúan las actitudes y características de los ciudadanos. Las encuestas se llevaron a cabo entre los años 2009 – 2010 y un total de 100, 000 individuos fueron encuestados. En base a las respuestas se generó un modelo en donde se relacionaban la intensidad de un comportamiento proambiental de los ciudadanos debido a los comportamientos proambientales de los individuos dentro de su comunidad. Las conclusiones en base a este modelo indican que cuando existe comportamientos proambientales dentro de las comunidades, las probabilidades de que esta situación influencia positivamente el comportamiento proambiental en cada uno de los individuos es alto. Esto quiere decir que existe un efecto en el comportamiento de los individuos, cuando estos ven que la comunidad realiza actividades y/o muestra actitudes que permitan cuidar el medio ambiente.

Castillo (2017) por su parte, ha analizado en profundidad el papel que juegan los ciudadanos en las políticas públicas al nivel urbano y cuáles son las implicancias de este grupo en la gobernanza. El autor sustenta que la gobernanza y gestión pública están basados en principios de constantes cambio y reinenciones y para esto diversos actores estratégicos, como el caso de la ciudadanía, permiten resolver problemas y conflictos de manera más eficiente. El estudio de Castillo (2017) es teórico y se basa en la revisión bibliográfica de la evolución de la participación de los ciudadanos en la gobernabilidad. El autor argumenta que la participación ciudadana es principal y primordial en los procesos de gestión pública, pero que su efectividad depende en gran medida del grado de establecimiento de la democracia, los derechos humanos y el desarrollo social. Bajo el supuesto que estas condiciones se cumplen en una sociedad, la participación ciudadana entonces no solo facilitara, sino que fortalecerá y fomentara los objetivos de las gestiones públicas. Cabe resaltar que Castillo (2017) evalúa que en las regiones Latinoamericanas estos escenarios son difíciles de ponerse en marcha, y que la participación ciudadana recién se está construyendo, siendo aun incipientes, torpes, asistencialistas y en algunos casos sin instituciones que los representen. Esta situación no permite que los gobernantes de turno puedan unir fuerza con la ciudadanía en búsqueda de implementar políticas públicas en favor de todos.

1.1.4 Antecedentes de investigaciones realizadas sobre la calidad del aire en Lima Metropolitana

A continuación, se presentarán un conjunto de investigaciones científicas, artículos publicados en revistas y tesis de investigación relacionadas con el avance de la gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana. Los estudios se mostrarán de manera cronológica. Los temas de cada una de estas investigaciones hacen

referencia directa a la gestión de la calidad del aire o temas afines específicos explicados en la problemática de la presente investigación.

Se presenta el estudio realizado por **Aramayo (2012)**, "**Percepción de la contaminación atmosférica en Lima: contraste entre la avenida Abancay y El Olívar de San Isidro**". En su estudio el investigador resalta el inadecuado e ineficiente sistema de transporte de Lima Metropolitana y su relación con la contaminación atmosférica. El estudio compara dos lugares de Lima, El Olívar (bajos niveles de tránsito vehicular y contaminación) frente a la Avenida Abancay (altos niveles de tránsito vehicular y contaminación). Utilizando encuestas a la población de estas dos zonas se evaluó si existían diferencias en la percepción de las personas respecto a la contaminación atmosférica en base a los problemas de salud que sufrían. Los resultados indicaron que existen diferencias significativas en la percepción de las personas en los dos lugares, encontrándose que, en la zona de la Av. Abancay, los ciudadanos perciben con mayor frecuencia problemas como irritación y picazón en los ojos.

En su tesis titulada "**Análisis de Nuevos Escenarios de Emisión de Contaminantes del Parque Automotor Generados en un Ambiente de Tráfico Vehicular**", **Saavedra (2014)**, analizó como el tráfico vehicular acrecienta la contaminación atmosférica en Lima Metropolitana. En su estudio, el investigador modeló diferentes escenarios de emisiones contaminantes producidas por vehículos en las principales avenidas de Lima en las horas pico. El modelo permitió analizar cómo podían cambiar los escenarios de emisiones en relación con características de los vehículos, como por ejemplo la velocidad límite permitida en las avenidas y el tipo de combustible utilizado. Los resultados mostraron que al aumentar la velocidad máxima hasta 60 km/hora, las emisiones disminuyen,

aunque vuelven a ascender si se el límite de velocidad de mayor a 60km/hora. También se demostró que en el supuesto caso de reemplazar el tipo de combustible utilizado en un 5% de la flota vehicular de Lima de Diesel o gasolina a gas natural, vehículos híbridos o vehículos con convertidores catalíticos, disminuiría las emisiones de gases contaminantes en las avenidas evaluadas.

Por su parte **Castillo (2014)** en su tesis titulada ***“Análisis del Diseño de la Política de la Calidad del Aire de la Municipalidad Metropolitana de Lima: 2010–2012”*** realiza una extensa revisión bibliográfica con el objetivo de dar respuesta a que acciones públicas se han tomado para solucionar el problema de la calidad del aire en Lima Metropolitana. Su tesis, dividida en tres capítulos busca responder a tres preguntas claves, **(a)** la situación actual de las políticas públicas para la gestión de la calidad del aire, **(b)** el marco legal impulsado por la municipalidad de Lima Metropolitana y **(c)** los principales actores en el diseño de políticas públicas para la gestión de calidad del aire de Lima Metropolitana. La investigadora señala que a pesar de existir una normativa y políticas públicas que prometen solucionar el problema de la calidad del aire en Lima, estas son dispersas y desordenadas. Así mismo, resalta que las ordenanzas realizadas por la Municipalidad son insuficientes y no toman en cuenta las múltiples y diversas interacciones que son necesarias para solucionar el problema de la mala calidad del aire en la ciudad de Lima. Recomienda de esta manera que el problema no puede ser solucionado por una sola entidad, sino que deben existir una intervención multisectorial, coordinada y coherente en los tres niveles de gobierno.

El estudio presentado por **Valverde (2016)** ***“Evaluación de la calidad de aire en la intersección de la Av. Universitaria con Panamericana Norte - Los Olivos, Lima”*** evalúa la concentración de material particulado en el distrito de los Olivos

con el objetivo de determinar sus potenciales fuentes de contaminación. Para medir los niveles de material particulado se utilizó la técnica de gravimetría. Se determinó que en el punto seleccionado de la Panamericana Norte el viento predominante sopla en dirección Sur a Oeste. Los niveles de MP_{10} resultaron ser inferiores a los establecidos por los ECAs en el año de estudio (pero superiores a los establecidos por la OMS). Se demostró que las partículas provenían de la zona sur de Lima Metropolitana y se iban acumulando en la zona Noroeste de la ciudad. La relevancia de este estudio destaca el hecho de no tener suficientes estaciones de monitoreo en el área de estudio, reflejando una de las tantas zonas que carecen de monitoreo constantes y disponibilidad de información para la toma de decisiones.

En el año 2016 en su tesis de investigación, **Valverde (2017)** realizó la evaluación del estudio de ***“Determinación de la correlación entre $PM_{2.5}$ y PM_{10} en el distrito de San Isidro en Lima – Perú, 2016”***. El objetivo del estudio es analizar la relación que tienen las mediciones de material particulado de 2.5 y 10 micrómetros. Para medir las concentraciones de material particulado se utilizaron los equipos BGI PQ200 y Hivol 3000. Los resultados demostraron una correlación positiva entre los diferentes tamaños de material particulado evaluados. A pesar de ello, la relación obtenida no garantizó un modelo de predicción entre los valores de $PM_{2.5}$ y PM_{10} debido a que el coeficiente de determinación fue muy bajo. El trabajo también buscó brindar información sobre las concentraciones de material particulado en el distrito de San Isidro, debido a la ausencia de una estación de monitoreo que permita tomar decisiones informadas.

Por último presentamos el estudio realizado por **Tapia et al. (2018)**, ***“Reordenamiento Vehicular y Contaminación Ambiental por Material Particulado (2,5 y 10), Dióxido de Azufre Y Dióxido de Nitrógeno en Lima***

Metropolitana, Perú". El estudio evalúa como el reordenamiento vehicular en la avenida Abancay entre los años 2013-2015 en relación con los años 2007 – 2009 tiene implicancias en las emisiones de gases y material particulado contaminantes. Para esto, los investigadores realizan su diseño experimental con dos controles, es decir dos avenidas principales del distrito de Comas y El Agustino que durante los mismos periodos no han sido objeto de ningún tipo de reordenamiento vehicular. Las concentraciones de material particulado y gases en estudio fueron obtenidas de las estaciones de monitoreo gestionadas por el DIGESA. Se encontró que el reordenamiento vehicular en la Av. Abancay redujo 62% los niveles de MP2.5, en contraste, las dos avenidas control no presentaron ninguna disminución de sus valores. Los autores concluyeron que la necesidad de disminuir las concentraciones nocivas de material particulado puede ser respondida a través de gestiones municipales que reordenen el tráfico vehicular.

1.2 Bases teóricas

Se realiza en esta sección el análisis y entendimiento de las políticas públicas y su implementación en gestión ambiental, el cual se encuentra directamente relacionado con la problemática planteada en la presente tesis. Adicionalmente, se profundizará en la descripción detallada de todas las instituciones administrativas y actores que tienen impacto directo o indirecto en la gestión de la calidad del aire a nivel Nacional (y principalmente en la ciudad de Lima Metropolitana).

1.2.1 Política pública y su implementación en la gestión ambiental

1.2.1.1 Política pública: definición y actores involucrados

Existen diversas definiciones de política pública, las cuales son dependientes del contexto, temporalidad y diferentes corrientes de pensamiento que responden a la realidad de un interés particular (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN], 2015). Se identifican dos escuelas que diferencian el entendimiento de una política pública. Por un lado, se tiene a los funcionalistas, los cuales entienden la política pública como aquella que se basa en el cumplimiento de la ley jurídica y la medición de su impacto (PNUD, 2012). Sin embargo, en los últimos años la tendencia es de enfocar la definición de política pública desde su entendimiento como proceso, es decir, el que comienza desde el entendimiento de la problemática, seguido de una etapa de planificación y diseño, terminando con la creación e implementación de leyes para alcanzar objetivos y metas de interés público (Boneti, 2017; Bregaglio Lazarte et al., 2014; Fuenmayor, 2014). La principal diferencia entre los dos enfoques presentados en la literatura es que uno se concentra en la implementación y medición del impacto de la ley (no toma parte del análisis de la problemática y futuros escenarios que tendrá la política pública),

mientras el segundo tiene una etapa adicional proactiva donde anticipa los potenciales escenarios antes de implementar las políticas públicas.

Una política pública también se entiende como aquel conjunto de acciones intencionales y/o causales que tienen como objetivo la realización de metas con beneficio directo a los ciudadanos realizado mediante diferentes agentes, instrumentos, procedimientos y recursos reproducibles en el tiempo (Aguilar Astorga, 2017). Esto quiere decir que una política pública no se entiende como cualquier acción del gobierno, que puede ser pasajera o singular, sino que se encierran dentro de un marco que quiere cambiar, reconstruir o construir una realidad (Boneti, 2017). Tal como se infiere de la definición de política pública, esta responde a un interés público y no ha elites ni cupulas con intereses específicos (Aguilar Astorga, 2017). En este sentido, el conjunto de acciones complejas para planificar, implementar y monitorear una política pública es asumida por un conjunto de actores administradores y ciudadanos que reclaman acciones frente a una problemática reconocida (Castro, 2018).

Boneti (2017) argumenta que una política pública no siempre está restringida al uso de recursos públicos para solucionar un problema publico específico, sino que también puede tener un carácter administrativo. De esta manera, una propuesta de política pública puede tener como objetivo el de cambiar o mejorar la organización de los roles que juegan los actores involucrados en un problema de interés público, con el objetivo de ser parte de la solución de este (Howlett, 2019).

De lo expuesto, la presente tesis entiende una política pública como aquel proceso que exige una evaluación de la realidad y/o problema público, seguido de las fases de diseño, ejecución y monitoreo que facilite la participación de todos los actores

involucrados en la problemática a resolver. Se entiende de esta manera que toda política pública tiene un carácter cíclico y no un proceso estático de implementación y medición. La política pública tiene que ser por tal una propuesta flexible para permitir mejorarla en el tiempo, pero exigente desde lo técnico para permitir tener un proceso de acciones coordinadas y la evaluación de los avances logrados para medir el efecto de la intervención en el tiempo (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017).

1.2.1.2 Política pública en la gestión ambiental

La definición y funciones de la política pública explicados ayudan para entender el rol de esta herramienta en la gestión pública. Sin embargo, su implementación y variará dependiendo de la problemática que aborde. Debido a el enfoque ambiental del presente estudio, nos enfocaremos en la eficiencia de políticas públicas en materia de gestión ambiental, estando este íntimamente relacionado con la gestión de la calidad del aire.

Las políticas públicas en el ámbito ambiental han tenido una fuerte explosión en los últimos 30 años, en paralelo con el avance tecnológico y científico que ha permitido evidenciar la fuerte presión antrópica a los ecosistemas y medio ambiente (Atkinson, 2014; López Jara, 2018; Quintero Burgos, 2008). Es quizá a este rápido crecimiento y constante aprendizaje por parte de las sociedades, que la eficiencia de reflejar las aspiraciones de las políticas se encuentra lejos de lo teóricamente deseado (de Castro Siqueira, 2008). Según Almeida, Scatena, & Daluz (2017) el desafío más grande para la implementación de política públicas en materia ambiental es el de materializar las buenas intenciones en compromisos sólidos. Esto cobra aún más sentido en materia ambiental, donde existe una gran incertidumbre en la implementación de políticas públicas debido a su carácter

holístico y la necesidad de actuar en unísono con una gran cantidad de actores que interfieren en el proceso (Portney, 2016).

Las políticas públicas en materia ambiental, no solo implican un cambio en la gestión pública y/o ajuste para influenciar la eficiencia del sistema en sí, sino que radica en el cambio de actitudes y comportamientos se debe dar tanto en las autoridades como en todos los ciudadanos (Atkinson, 2014). Almeida et al. (2017), argumentan que, a pesar de la ineficiencia en la implementación concreta de las políticas públicas, su generación e intento de implementación es positivo. Los mismos autores profundiza en que el intento de una política pública ambiental es difícil por múltiples aspectos, pero en su intento de integración a los comportamientos de la sociedad, permiten que esta tenga conocimiento de los problemas y vaya interiorizando un cambio de comportamiento esencial para alcanzar la eficiencia total de la política. Esto concuerda, con el enfoque de política pública como proceso cíclico de planificación, implementación, medición y monitoreo (Boneti, 2017; Bregaglio Lazarte et al., 2014; Fuenmayor, 2014).

Atkinson (2014) cuenta que los principales problemas al implementar políticas públicas ambientales es la falta de entendimiento de los procesos políticos, a la cual le acompañan los intereses diversos de los actores y falta de acceso a información confiable. Es de esta manera, que muchas veces las políticas públicas dirigidas a la gestión ambiental son entendidas como un retroceso a los sistemas económicos tradicionales (Sosa, 2019). Como ejemplo podemos citar los interés del mercado para obstaculizar el uso de energías renovables en reemplazo de combustibles fósiles como fuentes de energía primaria (Quintero Burgos, 2008) o el abuso de las grandes compañías en la extracción exacerbada de recursos naturales no renovables sin atender las consecuencias ambientales y sociales

(Atkinson, 2014), que implicarían un costo en las actividades extractivas. Sin embargo, el cambio de estas ideas es progresivo y la migración hacia nuevas maneras de pensar, como son la sostenibilidad ambiental, la influencia de las gestiones ambientales en el desarrollo económico de los países y la incorporación sólida de la responsabilidad social son esenciales en esta nueva era donde el cuidado de medio ambiente es una necesidad urgente (Almeida et al., 2017).

En base a lo expuesto, **las políticas públicas en materia ambiental cobran poco a poco más relevancia dentro del sistema político en diferentes partes del mundo**. López Jara (2018) argumenta que estas políticas son un instrumento importante en la promoción de la gestión pública ambiental. El autor asevera que estas serán eficientes siempre y cuando sean evaluadas y supervisadas constantemente por funcionarios públicos responsables y conscientes del impacto del cuidado del medio ambiente en las sociedades. Es decir, que tanto los ciudadanos (en procesos electorales) como los gobiernos deben de apuntar a elegir funcionarios que tengan conciencia y conocimiento del peligro que representa no tomar en consideración las problemáticas ambientales específicas de cada país, región o localidad (Gómez, 2017).

El fomento de marcos conceptuales dentro de la ciencias políticas, los cuales adopten la gestión ambiental dentro de sus principales objetivos, es un problema crítico a nivel mundial, el cual necesita constante trabajo y rediseño para encontrar una óptima eficiencia (Islam et al., 2014). Es importante de tal manera que las políticas ambientales no sean solo una careta o idealización de la sociedad, sino que sean realidades materializadas con planes sólidos y concretos. Atkinson (2014), insta a los gobiernos a promover una sociedad donde tanto la empresa privada o pública tomen en cuenta las políticas públicas ambientales en sus

procesos de decisión y como una manera de regular sus acciones que puedan perjudicar los ecosistemas y la salud de las personas. Es esencial que el gobierno adopte este cambio de comportamiento e influya mediante las políticas públicas este cambio tanto en los actores administrativos y ciudadanos involucrados. En este sentido, el rol de las políticas públicas correctamente elaboradas e implementadas es esencial hoy en día para conseguir el desarrollo sostenible, muchas veces idealizado.

1.2.2 Principales actores en la gestión de la calidad del aire

Para proponer soluciones a las altas concentraciones de material particulado que presenta Lima Metropolitana, es necesario entender que entidades participan o influencia su gestión. En este contexto, la identificación y breve descripción de los actuales actores que participan tanto directa como indirectamente de la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana es necesaria para posteriormente proponer guías que establezcan roles y responsabilidades para solucionar los problemas identificados.

En el año de 1998, fue creado el “Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima-Callao (CGCALC)”. Este tuvo como objetivo principal la coordinación interinstitucional para proponer cambios normativos orientados a mejorar la calidad del aire (R.S.N°768-98-PCM, 1998). La contribución de este comité se puede evidenciar con la elaboración de dos documentos públicos denominados “Programas Integrales de Saneamiento Ambiental” para los años 2005- 2010 y 2011- 2015. En el año 2017, este comité, fue adscrito al MINAM (ya que este comité fue creado antes de la creación del MINAM y estaba a cargo del Ministerio de vivienda) debido a que sus funciones tenían más relación con este ministerio que con el Ministerio de Vivienda donde inicialmente fue adscrito (D.S.N°003-2017-

MINAM, 2017). De esta manera cambia de nombre a "*Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao*" liderado por el MINAM. Entre los ministerios participantes, encontramos a el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministerio de la Producción, Ministerio de Energías y Minas, Ministerio de Salud, Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el Ministerio del Ambiente (adicionado desde el año 2008). Adicionalmente, en este comité también participa el SENAMHI, la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Municipalidad Provincial del Callao.

Dentro de los actores con roles directos en la gestión de la calidad del aire se encuentran en primer lugar los ministerios. Tanto el MINAM y el MTC son los dos con mayor implicancia para reducir los niveles de MP debida al parque automotor. Sin embargo, otros ministerios también han sido tomados en cuenta y se explicara su relevancia en los párrafos siguientes. Por otro lado, dentro de las municipalidades, se consideran para este estudio las 49 existentes en Lima Metropolitana. Como apoyo a la gestión de la calidad del aire de las municipalidades, se suman entidades fiscalizadoras como la OEFA, la autoridad de transporte urbano (ATU), la policía nacional del Perú (PNP), los centros certificados de revisión técnica (RTP) y el servicio de administración tributaria (SAT), y como instituciones responsables del monitoreo del MP al SENAMHI y DIGESA. Como representantes de la empresa privada, tanto el ASPEC como la confederación nacional de instituciones empresariales privadas (CONFIEP) son consideradas en el presente estudio. Todas estas entidades tienen un rol directo en la gestión del aire de Lima Metropolitana.

Por último, tres grupos se han identificado con una participación indirecta en la gestión del aire de Lima Metropolitana, pero no por esto menos importante.

Podemos encontrar aquí a las organizaciones no gubernamentales (ONG) como opinión externa de los procesos y gestión del aire llevada a cabo por el gobierno. La academia, representada por las universidades tanto públicas como privadas, las cuales pueden aportar conocimiento técnico y teórico a través de ensayos científicos y experimentación. Y por último y no menos importante, la participación continua de todos los ciudadanos, la cual es vital tomar en cuenta para la mejora continua de la gestión de la calidad del aire. A continuación, se describirán brevemente cada una de estas instituciones con el objetivo de determinar que rol o roles cumplen dentro de la problemática propuesta en el presente estudio.

1.2.2.1 Ministerio del Ambiente

El ministerio del ambiente es creado en el año 2008 mediante el D.L. N°1013 (2008). Las competencias y funciones del MINAM definidas en este documento son extensas y diversas de acuerdo con el tema que abordan. Según el artículo 6 del mencionado decreto legislativo, el MINAM tiene las funciones rectoras (p. ej. formular, planificar, coordinar y ejecutar la política nacional del ambiente) y técnico-normativas (p.ej. aprobar normas de su competencia y promover convenios de colaboración interinstitucional). El artículo 7 define los objetivos específicos del ministerio, los cuales son numerosos y atienden a diferentes problemáticas ambientales. Podemos encontrar algunos ejemplos como la elaboración y aprobar los lineamientos de los ECA y LMP y/o el de dirigir el sistema de evaluación de información ambiental. Si bien estos dos están relacionados con la gestión de la calidad del aire es en el artículo 7.k) donde se detalla que el MINAM debe de promover y coordinar la adecuada gestión y protección de la calidad del aire y sancionar su incumplimiento. Es también rol de este ministerio el de promover la

participación ciudadana en búsqueda del desarrollo sostenible y el fomento de una cultura ambiental.

La participación del ministerio del ambiente en la gestión de la calidad del aire es compleja y abarca la mayoría de las funciones necesarias para la mejora de la calidad ambiental. Si bien este ministerio tendría que responder a las demandas ambientales desempeñando múltiples roles, es preciso resaltar que el decreto legislativo N°1013 también permite ejercer estas funciones a través de organismos públicos correspondientes (artículo 4.2).

1.2.2.2 Ministerio de transporte y comunicaciones

A pesar de que el MTC tienen un doble rol (transporte y comunicaciones), las funciones que se describirán a continuación obviarán las competencias de este ministerio en las redes de comunicaciones, para centrarse solo en la gestión del transporte. Según la Ley N°29370 (2009) el MTC es competente de manera exclusiva en la infraestructura de transportes y sus servicios a nivel nacional. Sin embargo, a nivel regional y local, comparte estas funciones con los gobiernos regionales y locales, conforme a sus leyes orgánicas y sectoriales. Dentro de estas funciones compartidas, resalta la planificación, regulación, autorización, gestión y evaluación de los servicios de transporte, su infraestructura, la circulación y la seguridad vial del parque automotor (artículo 7 de la Ley N°29370). Con respecto a sus competencias normativas, el artículo 8 inciso 1 y 2 detallan lo siguiente, el MTC *“aprobará las disposiciones normativas que le correspondan”* y *“cumplirá y hará cumplir el marco normativo relacionado de su ámbito de competencia, ejerciendo la potestad sancionadora correspondientes”* respectivamente. Esta breve descripción de las funciones y competencias del MTC nos brindan un apoyo sólido

para entender sus implicancias en la gestión de la calidad del aire en relación directa con el MP y el parque automotor.

1.2.2.3 Otros ministerios

Dentro de los demás ministerios hemos considerado dos de ellos, los cuales, si bien no toman roles directos en la gestión, soportan y complementan las funciones tanto del MINAM como el MTC en la gestión de la calidad del aire. Por su relevancia en materia de financiamiento, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) tiene un rol clave en la gestión de la calidad del aire. El MEF tiene las funciones de gestionar los recursos públicos y evaluar la integridad y consistencia de las políticas públicas en relación con la política económica y financiera en general, en el corto, mediano y largo plazo (MEF, 2014). Es así como el MEF está estrechamente relacionado como el éxito de la gestión de la calidad del aire, ya que será el ente del gobierno que aprobará o desestimará el/los presupuestos requeridos para mejorar y mantener las concentraciones de material particulado por debajo de los establecidos por la OMS.

Por otro lado, la participación del Ministerio de Salud (MINSA) es de suma importancia en la gestión de la calidad del aire, puesto que el principal motivo para reducir las concentraciones de contaminantes, y en especial el MP para la presente tesis, es la salud de los ciudadanos. En este aspecto el reglamento de organización y funciones del MINSA (D.S.N°008-2017-SA, 2017), en el inciso b) del numeral 3.1 del artículo 3 establece que este ministerio tiene como funciones “*formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar la política nacional y sectorial de promoción de salud, prevención de enfermedades, recuperación y rehabilitación en salud, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno*”. En base a estas funciones,

tiene una acción directa en la gestión de la calidad del aire en búsqueda de limitar los impactos del MP en los ciudadanos de Lima Metropolitana.

1.2.2.4 Municipalidades de Lima Metropolitana

Las funcionalidades y responsabilidades de las municipalidades en el Perú están descritas y definidas en la Ley orgánica de municipalidades (Ley N°27972, 2003). El documento es extenso, constituyendo de 12 títulos con un total de 166 artículos. De estos resaltaremos tres puntos importantes para el entendimiento de las competencias y funciones que tienen las municipalidades en la gestión de la calidad del aire. En primer lugar, es importante resaltar que las municipales también conocidas como gobiernos locales gozan de autonomía política, económica y administrativa. Sin embargo, segundo el artículo V, esta autonomía se cimienta en una visión de Estado democrático, unitario, descentralizado y desconcentrado, con la finalidad de lograr el desarrollo sostenible del país. Este mismo artículo recalca que el gobierno nacional no debe reemplazar las funciones de los gobiernos locales, ya que estos últimos son los más cercanos a las necesidades de los ciudadanos de cada distrito, ni viceversa.

En segundo lugar, es preciso señalar cuales son las funciones específicas de las municipalidades. Según el artículo 74 de la Ley N°27972 (2003), “Las municipalidades ejercen, de manera exclusiva o compartida, una función promotora, normativa y reguladora, así como las de ejecución y de fiscalización y control, en las materias de su competencia, conforme a la presente ley y la Ley de Bases de la Descentralización”. Adicionalmente, el inciso 1.9 del artículo 81 (LEY N°27972, 2003) define las funciones específicas exclusivas de las municipalidades respecto al tránsito, viabilidad y transporte público. Esta detalla que “...la municipalidad debe de supervisar el servicio público de transporte urbano de su

jurisdicción, mediante la supervisión, detección de infracciones, imposición de sanciones y ejecución de ellas por incumplimiento de las normas o disposiciones que regulan dicho servicio, con el apoyo de la policía nacional asignada al control de tránsito”. En este mismo artículo, los incisos 2 y 3 detallan las funciones específicas compartidas de la municipalidad con las municipalidades provinciales y distritales respectivamente.

Cabe resaltar por último la capacidad sancionadora de las municipalidades, descrita en los artículos 46, 47, 48 y 49 de la ley orgánica de municipalidades. En estos artículos se describen los procesos de sanción, multa, decomiso, retención, entre otros. Las sanciones municipales se darán a lugar en el incumplimiento de las normas municipales y serán determinadas a través de ordenanzas municipales. Estas sanciones podrán ser de multa, suspensión de autorizaciones o licencias o internamiento de vehículos (en los que compete al parque automotor). Los artículos referenciados, en base a la ley orgánica de municipalidades en esta sección brindan los cimientos para evaluar y determinar los roles de las municipalidades en la gestión de la calidad del aire.

1.2.2.5 OEFA como entidad fiscalizadora

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) es creado mediante el D.L N°1013 (2008) junto con el MINAM y es un miembro adscrito al mismo. Este organismo público de carácter técnico especializado esta encargada de la fiscalización, la supervisión, el control y la sanción en materia ambiental conforme a la Ley General del Ambiente (Ley N°28611, 2005) y la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N°28245, 2004). Esta potestad sancionadora y de fiscalización se encuentran limitadas dentro de su ámbito de sus competencias. Sin embargo, la OEFA también tiene la función de supervisar que

otras entidades responsables de fiscalización cumplan en realizarlas acorde con la legislación vigente.

Aproximadamente 5 años después de su nacimiento y de acuerdo a la (Ley N°29325, 2013) se creó el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización (SINEFA), del cual es ente rector la OEFA. Es decir, tendrá doble función, la de ente fiscalizador y recto del SINEFA, sistema que permitirá la supervisión a las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA), entre otras actividades. Las EFAs tienen roles funcionales independientes de la OEFA para realizar el seguimiento y verificar el desempeño de las funciones de fiscalización a cargo de entidades de fiscalización ambiental a nivel nacional, regional o local (entre estas se encuentran las municipalidades). Estas entidades según la Resolución de Consejo Directivo N°004-2014-OEFA/CD (2014) deben de presentar su Plan Anual de Fiscalización Ambiental (PLANEFA) presentada por cada entidad, sea esta nacional, regional o local. El PLANEFA, el cual será recibo, supervisado y evaluado por las EFAs correspondientes cada año para evaluar el cumplimiento de las leyes de materia ambiental. El sistema descrito, nos permite entender, que ni la OEFA, ni las EFAs son responsables de la fiscalización directa (infracionar a vehículos que sobrepasen los LMP, por ejemplo) sino de supervisar las acciones fiscalizadoras de las municipalidades y PNP en los procesos de sanción.

1.2.2.6 Entidades involucradas en el monitoreo de la calidad del aire

La creación del SENAMHI se dio en el año de 1969 mediante decreto Ley N° 17532 (1969) como organismo técnico público descentralizado con el objetivo de brindar información meteorológica, hidrológica, agrometeorológica y asuntos ambientales. Esto no cambio si no fue hasta el año 2008, que como consecuencia de la creación del MINAM, el SENAMHI paso a ser organismo del estado adscrito al ministerio del

ambiente (D.L. N°1013, 2008). Sin embargo, sus funciones institucionales no cambiaron y dentro del marco de la presente investigación se debe resaltar que una de sus funciones específicas es la de encargarse de organizar, normar y promover un sistema de vigilancia atmosférica que ayude a minimizar la contaminación ambiental. De igual manera tienen como objetivos los de vigilar y monitorear los efectos de las condiciones atmosféricas sobre la calidad del aire.

A pesar de que la DIGESA posee estaciones de monitoreo para evaluar la calidad del aire en Lima Metropolitana, esta no es una de sus funciones. El motivo por el cual la DIGESA posee estas estaciones es debido a su rol de evaluador del estado del aire para cuantificar su riesgo en la salud y poner en práctica medidas de solución (Ley N°26842, 1997). En el año de 1999 el número de estaciones gestionadas por el DIGESA asciende de 1 a 5 (cada una representando a Lima centro, sur, norte, este y Callao) debido a los compromisos asumidos con el programa de vigilancia de la calidad del aire (PNVCA). Así mismo, estas estaciones ayudarían a evaluar el cumplimiento de los ECA establecidos años más tarde con el D.S.N°074-2001-PCM. De esto resaltar, que el rol del DIGESA no es el de monitorear, sino más bien de disponer data que ayude a evaluar la calidad del aire en Lima Metropolitana.

1.2.2.7 Empresa Privada

La contribución y participación de las empresas privadas radica en la responsabilidad social empresarial. Esta teoría se basa en la voluntad de las propias empresas para encontrar un modelo que les permita mantener buenas relaciones de cooperación con los diversos grupos de interés en su entorno (Caravedo Molinari, 1998; Ramírez-Lozano, 2015). Existen diversas formas de manifestar la responsabilidad social de las empresas, esta puede darse en temas

vinculados a la educación, salud, el medio ambiente, el desarrollo sostenible, entre otros (Porro Rivadeneira, 2008). Es preciso que para esto las empresas puedan generar vínculos y procesos de colaboración con organizaciones del sector público, privado y del tercer sector (ONG p.ej.) para la ejecución de programas de desarrollo que permitan a todos los actores ganar recíprocamente y generar un impacto positivo en la sociedad. Si este principio no se mantiene, es difícil que la sostenibilidad de las asociaciones sea sostenible en el mediano o largo plazo. En el contexto de la responsabilidad social dirigida a los aspectos ambientales las estrategias de responsabilidad social adecuadamente articuladas crean un escenario dinámico de acciones ambientales que sobrepasan muchas veces el simple cumplimiento de la ley (Pulgar Vidal, 2010). El asegurar que todos los actores participen en las gestiones políticas ambientales promueve el desarrollo sostenible.

Entendemos de lo explicado que las empresas privadas no se encuentran legalmente atadas a brindar su colaboración en la gestión ambiental de Lima Metropolitana del aire ni otro tipo de actividades relacionadas con el ambiente. Sin embargo, su colaboración en los planes del estado puede acelerar los procesos de cambio e impulsar el desarrollo sostenible del país. Tal como lo expresa Roque Benavides (2018), ex - presidente de la CONFIEP (periodo 2017-2019) que:

“...La CONFIEP ... promueve una conducta empresarial responsable ... impulsando los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en el entorno empresarial, generando espacios de promoción de buenas prácticas, el acceso del conocimiento, la participación de las discusiones de la agenda global del desarrollo, entre otros”.

Así mismo, la CONFIEP es parte del pacto global de las naciones unidas el cual promueve buenas prácticas en las organizaciones y está relacionado con los 10 principios para construir un mundo más sostenible (CONFIEP, 2019). Dentro de estos principios, las empresas deben de fomentar y mantener un enfoque de responsabilidad ambiental y el apoyo a la protección de los derechos humanos fundamentales para su bienestar. Dichos principios se encuentran desde luego en la gestión de la calidad del aire, ya que no solo representa una mejora para el medio ambiente sino también la disminución de los casos de enfermedades producidas por contaminantes producidos por la industria.

1.2.2.8 Organizaciones no gubernamentales

En la actualidad existe pocas Instituciones No Gubernamentales (ONGs) cuyo objetivo prioritario sea reducción de los contaminantes ambientales por contaminante vehicular. Estas se encuentran más orientadas a otros problemas ambientales como al cambio climático, la conservación de bosques, a la conservación del medio ambiente por actividades extractivas como la minería, la extracción de petróleo y gas, la industria etc. Es demandante impulsar este tema, siendo una de las mayores problemáticas de la ciudad de Lima. Las ONG tienen un rol de observadores y fiscalizadores externos que actúan independientemente cuando se observa que los mecanismos del gobierno no brindan la ayuda necesaria para el desarrollo sostenible del país y el respeto de los derechos humanos de sus ciudadanos.

1.2.2.9 Universidades públicas y privadas

Las universidades representan a la educación superior dentro de la sociedad, las cuales tienen la responsabilidad de impulsar el progreso de la ciencia y tecnología de un país (Loayza Maturrano, 2018). A pesar de este rol, son muy pocas las

universidades en el Perú que ofrecen estos servicios y aun intentan desplegar todo su potencial para desplegar servicios que ayuden a los diversos sectores en su desarrollo hacia protagonistas del cambio (Medina Coronado, 2018). La modernización de las universidades es imperante en un sistema en donde tanto el sector público y privado unan fuerzas para el desarrollo de su nación. Es necesaria la modernización de la infraestructura y recursos humanos de las universidades para que estas puedan aportar en reciprocidad la ayuda que se necesitan en decisiones políticas que se sustentan en datos científicos y análisis técnicos. En este sentido, la modernización y participación activa de las universidades en cualquier política del Perú es de vital importancia (MINEDU, 2006), siendo la calidad del aire uno de estos temas que demanda el aporte de la academia para la correcta toma de decisiones.

1.2.2.10 Ciudadanos de Lima Metropolitana

Es indispensable que el público sea parte activa en la gestión para la mejora de calidad del aire. “Es derecho de toda persona denunciar ante las instituciones correspondientes el incumplimiento de alguna norma ambiental” (D.S.N°002-2009-MINAM, 2009). Al no existir una comunicación continua entre el público, el estado y la empresa privada, reduce las acciones en beneficio de la calidad del aire. El público en general no está informado de la calidad del aire de su ciudad o no forman parte de sus problemas cotidianos (existiendo otros problemas sociales más sensibles y fácilmente percibirles). Por lo tanto, no se presenta quejas ni denuncias, en el número que la ciudad necesita, que activen la respuesta del estado. Un público educado e instruido no solo puede presentar denuncias, sino también aportar con sus acciones individuales un cambio positivo para reducir la contaminación de Lima (por ejemplo, uso de carros compartidos, renovación de sus

autos, uso de bicicletas, uso de transporte público, entre otros). Un resumen de lo expuesto en esta sección se puede encontrar en la **Tabla 3**.

Tabla 3.**Instituciones participantes en la mejora de la calidad del aire.**

Instituciones	Funciones
Ministerio del Ambiente (MINAM)	Participa en la gestión y establecimiento de normas que ayuden a mejorar la calidad del aire
Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC)	Gestión y normativo en lo referente con el parque automotor
Ministerio de Salud (MINSA)	Participación en las normas relacionadas con la salud de los ciudadanos
Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Coordinar y participación en la gestión de la calidad del aire como ente responsable del presupuesto del estado
Municipalidad de Lima Metropolitana	Participan en la gestión, establecimiento de normas y fiscalización del parque automotor
Organismo de Fiscalización Ambiental (OEFA – MINAM)	Referente nacional en los procesos de fiscalización de los estándares nacionales de calidad ambiental
Policía Nacional del Perú (PNP) y Centros Certificados de Revisión Técnica (RTP)	Fiscalización y procesos de sanción
Servicio de Administración Tributaria (SAT)	Parte de los procesos de la fiscalización, en la parte de cobro de multas y permisos para liberación de vehículos
SENAMHI	Responsables del monitoreo del material particulado
DIGESA	Monitorear la calidad del aire para evaluar su impacto en la salud de los ciudadanos
Empresa privada (CONFIEP y/ ASPEC)	Apoyo financiero y empresarial para la implementación de estrategias de limpieza del aire
Organizaciones sin fines de lucro (ONG) y Universidades públicas y privadas	Opiniones expertas que apoyan indirectamente en una mejor gestión de la calidad del aire
Ciudadanos de Lima Metropolitana	Usuarios finales de la calidad del aire, son los ojos y oídos de la realidad de la calidad del aire en Lima y Callao

Nota: Elaboración propia.

1.3 Definición de términos básicos

Estándares de calidad del aire: Son los valores máximos permisibles establecidos por leyes nacionales para un determinado contaminante ambiental con el objetivo de proteger a la población y ciudadanos vulnerables.

Fiscalización: Son las acciones reguladas y reglamentadas en diversas leyes y decretos supremos que permiten a las autoridades, tales con la PNP, municipalidades y otras instituciones supervisar y castigar a los ciudadanos que no cumplan la ley. En caso del presente estudio, estrechamente relacionado con el sector de transporte.

Instituciones: Se entiende como toda aquella entidad pública, privada o ciudadano que participa y/o tiene un rol en el diseño e implementación de la política pública que se propondrá en la presente investigación.

Límites máximos permisibles: Los límites máximos permisibles son medidas de concentración o grado de un elemento (en nuestro caso, material particulado) que caracterizan una emisión (en nuestro caso, la de los vehículos), que al ser superada puede causar daños a la salud humana

Material Particulado: El material particulado consiste en una mezcla compleja de partículas tanto sólidas como líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire, las cuales en altas concentraciones producen efectos nocivos a la salud humana.

Parque automotor: Es el conjunto determinado de unidades vehiculares registradas y en circulación por las instituciones establecidas por el gobierno, de acuerdo con el tipo y servicio del vehículo, sumado a su venta y distribución.

Plan integral de estrategias para la gestión de la calidad del aire: Se refiere a la planificación de diversas estrategias para el control de emisiones contaminantes, basadas en el principio de su complementariedad y sinergia, los cuales responden a las particularidades y objetivos específicos de la zona específica donde el programa de gestión de la calidad del aire se lleve a cabo.

Política pública: El conjunto de acciones intencionales y causales orientadas a la realización de metas con beneficio público cuyos lineamientos de acción, agentes, instrumentos, procedimientos y recursos se reproducen en el tiempo de una manera sostenible.

Ciudadanos: Se refiere al conjunto de ciudadanos reunidos en un determinado lugar que comparten un conjunto de derechos y deberes de acuerdo con las legislaciones del gobierno donde se encuentran, formando una sociedad.

CAPITULO II HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de hipótesis principal y derivadas

2.1.1 Hipótesis generales

Hipótesis general

La eficiencia de la gestión pública de la calidad del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en Lima Metropolitana.

2.1.2 Hipótesis específicas

HE1: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada a la eficiencia del sistema de monitoreo de material particulado.

HE2: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada de la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor.

HE3: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada a la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.

HE4: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada del conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.

HE5: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada a la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.

HE6: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada al nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.

En la siguiente sección se presentará la tabla de consistencia (**Tabla 4**), la cual resume la concordancia entre las preguntas de investigación, los objetivos e hipótesis del presente estudio. Así mismo, la **Tabla 4** nos muestra la identificación de las variables de estudio para cada hipótesis propuesta. Por último, la tabla ofrece en su última fila los detalles del tipo de investigación, población de estudio y métodos estadísticos a utilizar.

2.2 Tabla de consistencia

Tabla 4.

Tabla de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>PG: ¿La eficiencia de la gestión pública del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en Lima Metropolitana?</p>	<p>OP: Determinar si la eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en Lima Metropolitana.</p>	<p>HG: La eficiencia de la gestión pública de la calidad del aire está relacionada al ineficiente sistema de monitoreo de calidad del aire, la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor y la ausencia de participación ciudadana en Lima Metropolitana.</p>	<p>Variables independientes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia del sistema de monitoreo • Ausencia de un plan integral para la renovación del parque automotor • Ausencia de participación ciudadana <p>Variables dependientes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de la gestión de calidad del aire
<p>PE1: ¿Se encuentran relacionados la eficiencia de la gestión de la calidad del aire con el sistema de monitoreo de material particulado?</p>	<p>OE1: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la eficiencia del sistema de monitoreo del material particulado.</p>	<p>HE1: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada a la eficiencia del sistema de monitoreo de material particulado.</p>	<p>Variable independiente específica 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia del sistema de monitoreo <p>Variable dependiente específica 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de la gestión de calidad del aire
<p>PE2: ¿Se encuentran relacionados la eficiencia de la gestión de la calidad del aire</p>	<p>OE2: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de</p>	<p>HE2: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada a la falta de un plan</p>	<p>Variable independiente específica 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de un plan integral para la renovación del parque automotor.

y la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor?	aire y la falta de un plan integral para la renovación del parque automotor.	integral para la renovación del parque automotor.	Variable dependiente específica 2: <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de la gestión de calidad del aire
PE3: ¿Se encuentra relacionadas la eficiencia de la gestión de la calidad del aire con la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire?	OE3: Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.	HE3: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está relacionada a la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.	Variable independiente específica 3: <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de participación ciudadana Variable dependiente específica 3: <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de gestión de la calidad del aire
PE4: ¿Se encuentran la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada al conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa el material particulado para su salud?	OE4: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.	HE4: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada a el conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.	Variable independiente específica 4: <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud Variable dependiente específica 4: <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de participación ciudadana
PE5: ¿Se encuentran la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada a la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana?	OE5: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.	HE5: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada a la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.	Variable independiente específica 5: <ul style="list-style-type: none"> • Acceso a la información de material particulado Variable dependiente específica 5: <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de participación ciudadana

<p>PE6: ¿Se encuentran la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire relacionada a el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos?</p>	<p>OE6: Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.</p>	<p>HE6: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire está relacionada a el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.</p>	<p>Variable independiente específica 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exposición al material particulado <p>Variable dependiente específica 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ausencia de participación ciudadana
<p>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p>	<p>POBLACIÓN Y METODOLOGÍA</p>	<p>ESTADÍSTICA</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Tipo: investigación aplicada observacional (no experimental) mixta. Nivel: Explicativo - cuantitativa Método: Analítica 	<p>Problemas específicos 1 y 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Expertos y autoridades involucradas en la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana <p>Problemas específicos del 3 al 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ciudadanos de Lima Metropolitana 	<ul style="list-style-type: none"> Estadística descriptiva para evaluar las opiniones de los ciudadanos y evaluadores expertos Prueba de hipótesis bivariado para comprobar la existencia de relación utilizando entre variables a través de la prueba de chi-cuadrado de independencia 	

Nota: Elaboración propia.

2.3 Variables y definición operacional

Las variables se han detallado en la **Tabla 5**. Dicha tabla se ha dividido en relación con las hipótesis específicas que comparten la variable dependiente, siendo esta diferente en cada grupo de hipótesis específicas del presente estudio. Se decidió tener 2 variables dependientes por el motivo que se buscan responder dos preguntas relacionadas a la gestión de calidad del aire pero que responden a diferentes preguntas). La primera variable dependiente (hipótesis específicas 1, 2 y 3) son el núcleo de la investigación y busca encontrar las variables que se encuentran relacionadas con la variable eficiencia de la gestión de la calidad del aire. Esto se puede representar con la siguiente ecuación:

$$EG = EM + API + PC$$

Donde:

- **EG**, es la eficiencia de la gestión de la calidad del aire (variable dependiente 1).
- **EM**, es la eficiencia del sistema de monitoreo de calidad del aire (variable independiente 1.1).
- **API**, es la ausencia de un plan integral para la renovación del parque automotor (variable independiente 1.2).
- **PI**, es la participación ciudadana (variable independiente 1.3).

A pesar de que la ecuación conforma una ecuación lineal, la prueba elegida para evidenciar la relación entre las variables independientes con la dependiente es la prueba estadística de chi cuadrado de independencia para dos variables. En este sentido, cada una de las pruebas de hipótesis específicas tiene una variable dependiente e independiente (teniendo un total de 3 pruebas de Chi cuadrado de independencia, es decir, las tres primeras hipótesis específicas).

Las hipótesis específicas 3, 4 y 5, tienen como objetivo encontrar que variables están relacionadas con la participación de los ciudadanos de Lima Metropolitana en denuncias ambientales relacionadas con la calidad del aire. Debido a la estructura de la investigación, esta pregunta es necesaria de responder ya que no ha sido estudiada con anterioridad. La participación ciudadana para estas 3 últimas hipótesis pasa a ser la variable dependiente y las hipótesis buscan encontrar los motivos relacionados con la motivación de participar o no. Se hipotiza que la participación ciudadana responde a la siguiente ecuación:

$$PC = CP + EMP$$

Donde:

- **PC**, es la participación ciudadana (variable dependiente 2).
- **CP**, es el conocimiento que tienen los ciudadanos acerca de la problemática de calidad del aire (variable independiente 2.1).
- **EMP**, es el nivel de exposición del ciudadano al material particulado (variable independiente 2.2).

Esta segunda ecuación sigue la misma lógica que la primera, y todas las potenciales relaciones se estaría probando con la prueba de chi cuadrado de independencia para dos variables.

Es importante resaltar que dos tipos de encuestas para medir estas variables han sido utilizadas. Una de ellas destinadas a un panel de expertos y la segunda tuvo como objetivo los ciudadanos de Lima metropolitana. Los motivos de esta decisión se explican en el CAPITULO III de metodología.

Tabla 5.

Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM	ESCALA	INSTRUMENTO
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1, 2 y 3						
Variable dependiente 1: Eficiencia de la gestión de calidad del aire	La eficiencia de la gestión pública del material particulado proveniente principalmente de automóviles contaminantes.	Dimensión 1: Evaluación de la eficiencia de la gestión de la calidad del aire según los expertos .	Índice de percepción	Pregunta 7 – ANEXO 1	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida expertos (ANEXO 1)
		Dimensión 2: Evaluación de la eficiencia de la gestión de la calidad del aire según los ciudadanos .	Índice de percepción	Pregunta 7 – ANEXO 2	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana (ANEXO 2)
Variable independiente 1.1: Eficiencia del sistema de monitoreo.	Hace referencia a la regularidad, representatividad y calidad de los datos de monitoreo de material particulado brindados al público.	Dimensión 1: Eficiencia del sistema de monitoreo según expertos.	Índice de percepción	Pregunta 8 – ANEXO 1	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida expertos (ANEXO 1)
			Índice de identificación de problemática	Pregunta 9 – ANEXO 1	Variable nominal (7 niveles)	Encuesta dirigida expertos (ANEXO 1)
Variable independiente 1.2: Ausencia de un plan integral para la renovación del parque automotor.	Se refiere a las diferentes estrategias que se pueden realizar para renovar o minimizar el uso de vehículos contaminantes y emisiones de material particulado nocivos para la salud humana.	Dimensión 1: Valoración experta de si existe o no un plan integral de estrategias que tenga como objetivo renovar la flota automotriz contaminante.	Índice de percepción	Pregunta 10 – ANEXO 1	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida expertos (ANEXO 1).
			Índice de identificación de problemática	Pregunta 11 – ANEXO 1	Variable nominal (8 niveles)	

Variable independiente 1.3: Participación ciudadana.	Es el rol activo que el ciudadano de Lima Metropolitana frente a la calidad del aire en la que vive	Dimensión 1: Intervención del ciudadano en la realización de denuncias ambientales relacionadas con la calidad del aire.	Participación	Pregunta 8 – ANEXO 2	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana (ANEXO 2)
			Índice de causalidad	Pregunta 9 – ANEXO 2	Variable nominal (5 niveles)	
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 4, 5 y 6						
Variable dependiente 2: Participación ciudadana.	La participación ciudadana para la mejora de calidad del aire evidenciada mediante su intervención en la realización de denuncias ambientales.	Dimensión 1: Intervención del ciudadano en la realización de denuncias ambientales relacionadas con la calidad del aire.	Participación	Pregunta 8 – ANEXO 2	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana (ANEXO 2)
			Índice de causalidad	Pregunta 9 – ANEXO 2	Variable nominal (5 niveles)	
Variable independiente 2.1: Conocimiento de la problemática	Hace referencia al conocimiento que tienen los ciudadanos a cerca de las concentraciones del material particulado y los peligros que representan a la salud.	Dimensión 1: Conocimiento de los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.	Índice de conocimiento	Pregunta 4 – ANEXO 2	Variable Binaria (Sí / No)	Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana (ANEXO 2).
		Dimensión 2: Acceso a la información de concentraciones de material particulado.	Nivel de acceso	Pregunta 5 – ANEXO 2	Variable Binaria (Sí / No)	
Variable independiente 2.2: Exposición al material particulado	Hace referencia a los niveles aproximados de concentración de material particulado en los que se encuentran expuestos los ciudadanos durante los años 2014-2019 con relación al distrito o zona donde viven y categorizadas en base a la información reportada por el SENAMHI (2020).	Dimensión 1: Nivel de exposición de los ciudadanos al material particulado según la distribución realizada mediante el uso de datos de concentración de material particulado brindado por SENAMHI (2020).	Índice de calidad del aire versus distribución geográfica	Pregunta 3 – ANEXO 2	Variable ordinal (3 niveles) - Moderada - Alta - Muy Alta	Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana (ANEXO 2).

Nota: Elaboración propia.

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El presente estudio es de naturaleza no experimental, basado en dos encuestas distintas, la primera para profesionales de opinión experta en la gestión de calidad del aire y la segunda para los ciudadanos de Lima Metropolitana. En ambos casos el diseño muestra fue de tipo no aleatorio. Para la opinión experta, se buscó el número de expertos mediante el método de muestreo no aleatorio por juicio de expertos. Este método fue elegido debido a la dificultad de determinar o aproximar la población de expertos de calidad del aire de Lima Metropolitana.

En el caso del diseño muestral para el público, se utilizó un muestreo no aleatorio mediante el método de bola de nieve. Si bien este método no precisa de determinar el número de muestra debido a su carácter no aleatorio, los autores recomiendan estimar el número de muestreo con fórmulas utilizadas en métodos aleatorios como para acercarnos a la representatividad de la poblacional evaluada (Fávero & Belfiore, 2018; Otzen & Manterola, 2017). En este sentido se formularon las preguntas para cada una de las poblaciones para responder las hipótesis planteadas en este estudio. Para dicho calculo, se utilizó la fórmula de Cochran (1977), la cual se detalla más adelante.

Las **hipótesis específicas desde la 1 hasta la 2** serán respondidas a través de las preguntas dirigidas a opinión experta (presentadas en el **ANEXO 1**), mientras que las **hipótesis restantes (de la 3 a la 6)** serán contrastadas a través de los resultados de la encuesta dirigida al público (presentadas en el **ANEXO 2**). Ambos grupos de encuestas fueron distribuidas de manera online a través de la plataforma “Google Forms”.

Para validar las encuestas se adaptó la metodología de juicio de experto usada por Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008), para lo cual 2 expertos llenaron las tablas de evaluación de encuesta (ver **ANEXO 3**). Luego se evaluó el nivel de acuerdo entre ellos, obteniéndose los resultados que se pueden observar en el **ANEXO 4** (donde se validó que las encuestas cumplen con los objetivos de la presente investigación).

Debido a la escasa información sobre el estudio de la gestión de la calidad del aire en Lima metropolitana, las dos primeras encuestas fueron complementadas con entrevistas personales realizadas a autoridades y expertos en la materia de la calidad del aire. Estas entrevistas se realizaron con preguntas abiertas, obteniéndose valiosa información de tipo cualitativa que será usada posteriormente en la discusión de los resultados.

En relación con lo expuesto, la presente tesis es un tipo de investigación mixto. Las encuestas de respuestas cortas brindarán datos de frecuencias, los cuales servirán para testear las hipótesis con métodos estadísticos. Por otro lado, las encuestas de preguntas abiertas a los expertos proporcionan una fuente de referencia importante al existir escasa documentación o investigaciones publicadas sobre la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana o el Perú.

3.2 Diseño muestral

3.2.1 De las encuestas destinadas a opinión experta

Los profesionales, autoridades y técnicos fueron encontrados dentro de las instituciones del gobierno identificadas como actores directos o indirectos en la gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana. Basándonos en la “Ley de Transparencia y Acceso a la información pública” (Ley N°27806, 2003), se

mandaron correos electrónicos a las autoridades explicando el objetivo de esta investigación e invitándolos a llenar la encuesta de manera anónima para no comprometer sus opiniones. Se mandaron un total de 50 correos electrónicos a las autoridades responsables del manejo ambiental a cada una de las municipalidades de Lima Metropolitana. A este número se aumentó 5 representantes del Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de Salud, la OEFA y el SENAMHI. Adicionalmente se enviaron 15 correos a expertos de la calidad del aire o gestión ambiental de empresas privadas, ONGs, y universidades. El número de invitados a la encuesta estuvo determinado por el acceso a la información (emails) y contactos involucrados en la problemática de la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana.

3.2.2 De las encuestas destinadas a los ciudadanos de Lima Metropolitana

Esta encuesta tuvo el objetivo de capturar la percepción de los ciudadanos acerca de la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana y las variables asociadas a su participación. Esto se logró mediante preguntas destinadas a conocer la opinión de los ciudadanos acerca de la gestión del aire, su conocimiento general acerca de los efectos negativos del MP, la información que poseen para tomar decisiones respecto a los problemas asociados con el material particulado, el nivel de exposición al que se encuentran en base al distrito donde viven y la evaluación de su participación mediante la gestación de alguna denuncia ambiental realizada en el pasado relacionada con los altos niveles de material particulado de Lima Metropolitana (el detalle de las preguntas se puede visualizar en el **ANEXO 2**).

A pesar de ser un método no aleatorio, se utilizó la fórmula de Cochran (1977) para calcular el número de muestra representativa y disminuir el sesgo del diseño muestral. De esto, según el último censo del año 2017, es de 9 millones 485 mil

405 habitantes (Decreto Legislativo N°604, 2018). Siendo este valor aproximado de la población, se determinó el número representativo de individuos a muestrear mediante la fórmula establecida por Cochran (1977) para poblaciones infinitas (que superan los 100 000 individuos). La fórmula, denominada “**Formula 1**” se puede observar continuación:

$$n = \frac{z^2 p(1 - P)}{d^2} \dots \dots (Formula 1)$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

Z = Coeficiente al 95% nivel de confianza

P= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

d= Error máximo admisible en términos de proporción

Para el cálculo de la muestra “n” de ciudadanos de Lima Metropolitana se utilizó una proporción esperada de 0.5, un nivel de confianza del 99% y un margen de error del 4%. Con estos datos se estimó que la muestra sería de 1200 participantes. Debido a que la encuesta fue diseñada con preguntas concretas y corta duración se consideró una tasa de respuesta del 100%.

3.3 Técnicas de recolección de datos

La principal técnica para la recolección de datos fue la formulación de encuestas, las cuales fueron generadas por la plataforma de libre acceso “**Google Forms**”. Estas encuestas fueron distribuidas compartiendo el enlace generado a través de redes sociales y correos electrónicos personales, tanto para el público en general como los expertos en calidad del aire respectivamente. El tiempo estimado para el llenado total en ambas encuestas se calculó de 2 a 4 minutos. Así mismo, ninguna

información personal fue parte de las preguntas de la encuesta (nombres, apellidos, direcciones, número de documentos de identidad, entre otros).

Las encuestas online son una herramienta poderosa para encontrar individuos de manera rápida y a bajos costos en comparación con encuestas realizadas en la calle. Sin embargo, estas encuestas deslindan en cierto porcentaje del principio de la aleatoriedad, ya que se asumen que la población en su totalidad tiene acceso a los servicios de Internet (Ferri-García et al., 2020). En este sentido, ambas encuestas fueron del tipo no probabilístico, es decir que al momento de realizar la encuesta se sabe que algunos miembros de la población de estudio tienen cero probabilidades de recibir y llenar la encuesta.

Como se mencionó anteriormente, se utilizaron dos tipos de encuestas no probabilísticas, el muestreo discrecional o por juicio (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008), por el cual los encuestados son escogidos sobre los conocimientos y experiencia del investigador en su tema de investigación. Para el muestreo a los ciudadanos de Lima Metropolitana, el método de muestreo por “bola de nieve” fue utilizado, el cual se basa en solicitar a los encuestados que repartan la encuesta a sus amigos y/o conocidos y así sucesivamente, incrementando la probabilidad de encontrar aquellos grupos lejanos para el investigador (Naderifar et al., 2017). Usualmente, este tipo de encuestas necesitan un tiempo considerado en línea, ya que existirán picos dependiendo de las cadenas que se generen a través de los individuos inicialmente encuestados, por lo cual se mantuvo abierta por un periodo de 3 a 4 semanas.

Para las encuestas realizadas al público, dos restricciones fueron establecidas por el investigador, la edad de los encuestados y el acceso a internet. Se tomó solo la

población mayor a 18 años, debido a que a su potencial estado de ejercer su rol como ciudadano en su cabalidad. De la misma manera y tomando el último censo realizado en Lima Metropolitana el 2017 (Decreto Legislativo N°604, 2018) se calcula que aproximadamente el 50% de los ciudadanos no cuenta con acceso a internet. En tal sentido, la población inicial de 9 millones 485 mil 405 ciudadanos se reduce aproximadamente a la mitad, es decir 4 millones 742 mil 708 ciudadanos. Este reajuste de la población no afecta el número total de la muestra, debido a que supera los 100 mil individuos (población infinita).

A pesar de las consideraciones tomadas de la población inicial, los métodos no probabilísticos no tendrán la misma representatividad que los probabilísticos, existiendo la posibilidad de tener un sesgo en la interpretación de los resultados (Buelens et al., 2015). Sin embargo, este tipo de encuestas son útiles para demostrar que una característica en particular existe en la población de estudio y es una gran herramienta para análisis de exploración inicial (Gabor, 2007). Así mismo, este tipo de muestreo, son usados en situaciones donde el presupuesto, tiempo y equipo de investigación son reducido (Vehovar et al., 2016). Adicionalmente durante el periodo en el que las encuestas fueron llevadas a cabo, las restricciones por COVID-19 anularon cualquier posibilidad de realizar estas en persona, ratificándola como los mejores métodos para la presente investigación. Teniendo en cuenta las limitaciones y ventajas del método elegido para la recolección de datos, a continuación, se explicará en qué consistió su evaluación.

3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Para la evaluación de los datos se usó técnicas de la estadística descriptiva, las cuales generalmente fueron representadas con graficas barras para evidenciar las frecuencias de las variables del estudio. Para determinar la asociación entre las

variables categóricas de estudio, obtenidas mediante las encuestas, se utilizaron tablas de contingencia a las cuales se les aplicó la prueba de independencia de chi cuadrado (Pearson, 1990). Los análisis mediante esta prueba estadística se realizaron siempre entre dos variables de estudio, obteniéndose la asociación positiva o negativa entre cada par de variables estudiadas. Esta prueba estadística se utilizó tanto para las encuestas destinadas al panel de expertos como a las encuestas con los ciudadanos con público objetivo.

3.5 Entrevistas a expertos

Las preguntas dirigidas a los expertos se pueden visualizar en detalle en el **ANEXO5**. Dichas preguntas fueron repetidas para para todos los entrevistados, permitiéndoles expresarse en detalles de acuerdo con su especialidad y perspectiva de la institución a donde pertenecen o pertenecieron. Se entrevistó a un total de 9 expertos que pertenecen o pertenecieron a entidades públicas como el MINAM, SENAMHI, OEFA y Municipalidades de Lima Metropolitana; así como expertos de ONGs. Las entrevistas se realizaron por teléfono, informándosele a los entrevistados que los fines de la entrevista serían usados en la presente investigación de manera anónima.

3.6 Aspectos éticos

Tanto los entrevistados de opinión experta como los ciudadanos encuestas mantendrán su identidad anónima. De la misma manera, se mantendrá la identidad anónima de los entrevistados y se brindará sus datos solo si la academia los requiere para comprobar su veracidad.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

Los resultados de la investigación se han dividido en dos partes (sección 4.1 y sección 4.2), aquellos resultados provenientes de las encuestas realizadas al público de opinión experta y aquellos realizados a los ciudadanos de Lima Metropolitana. Como se detalló en la metodología, el grupo de experto brindará información relevante para comprobar o no, las hipótesis específicas 1 y 2. Por su parte, las encuestas destinadas al público están relacionadas con las hipótesis específicas 3, 4, 5 y 6. Antes de presentar las pruebas de independencia de chi cuadrado con los datos obtenidos de las encuestas se presentará una breve descripción de cada uno de los grupos participantes en las respectivas encuestas.

4.1 Encuestas realizadas a profesionales expertos en calidad del aire

4.1.1 Características de los participantes

En la **Tabla 6** podemos ver las principales características de los profesionales y autoridades expertas en el tema de gestión ambiental del aire de Lima Metropolitana. Se han encuestado un total de 40 personas entre profesionales y autoridades relacionados con la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana. De estas el 50% han sido hombres y el otro 50% mujeres. De la misma manera el 60% de la muestra está representando a las municipalidades de Lima Metropolitana (de las cuales el aproximadamente 30% trabaja en la municipalidad de Lima Metropolitana), el 35% está representado por la empresa privada, organismos no gubernamentales, ministerios y universidades. El 5% restante es representado por una autoridad competente tanto de la OEFA como el SENAMHI. Por otro lado, en cuanto a la experiencia de cada encuesta en el rubro de la gestión de calidad ambiental se tienen que el 20% de los encuestados se tienen como mínimo un año de experiencia en el cargo (generalmente se trata de

individuos con cargos de analistas de datos), el 57.5% tiene una experiencia de trabajo entre 2 a 10 años (con cargos de supervisión y jefes de área), el 22.5% restante lo representan encuestados con más de 10 años de experiencia (con cargos de subgerencia, gerencias o directores de proyecto). Remarcar que todas las respuestas fueron completadas en su totalidad por cada uno de los participantes.

Tabla 6.**Caracterización de participantes de la encuesta a nivel experto**

Variable	N = 40	Porcentaje
Sexo		
Masculino	20	50%
Femenino	20	50%
Institución		
Municipalidad	24	60%
Empresa Privada	5	12.5%
ONG	4	10%
Ministerio	3	7.5%
Universidad	2	5%
SENAMHI	1	2.5%
OEFA	1	2.5%
Años de experiencia		
1 año	8	20%
De 2 a 3 años	10	25%
De 4 a 10 años	13	32.5%
Mas de 10	9	22.5%

Nota: Elaboración Propia

4.1.2 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y el sistema de monitoreo de material particulado

En esta sección se presentan los resultados para responder a la hipótesis específica número 1. Tal como se puede ver en la **Tabla 7** a través de la prueba de independencia de chi cuadrado se encontró una asociación significativa entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la eficiencia del sistema de monitoreo (p-valor = 0.029, con un nivel de confianza del 95%). El mayor porcentaje de los encuestados (55%) considera que la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y el sistema de monitoreo no es óptima. Adicionalmente, el 35% de los encuestados opinan que el sistema de monitoreo es eficiente, los cuales se dividen en partes iguales acerca de la opinión de la eficiencia e ineficiencia de la gestión de la calidad del aire. Por último, el 10% de los encuestados considera que el sistema de monitoreo no es eficiente, pero si considera una eficiente gestión de la calidad del aire.

Tabla 7.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la eficiencia en la gestión de la calidad del aire y la eficiencia del sistema de monitoreo para el material particulado

<i>Eficiencia Gestión Sistema de Monitoreo de calidad del aire</i>	<i>Eficiencia de</i>		<i>Total</i>
	<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>Si</i>	7 17.5 %	4 10 %	11 27.5 %
<i>No</i>	7 17.5 %	22 55 %	29 72.5 %
<i>Total</i>	14 35 %	26 65 %	40 100 %

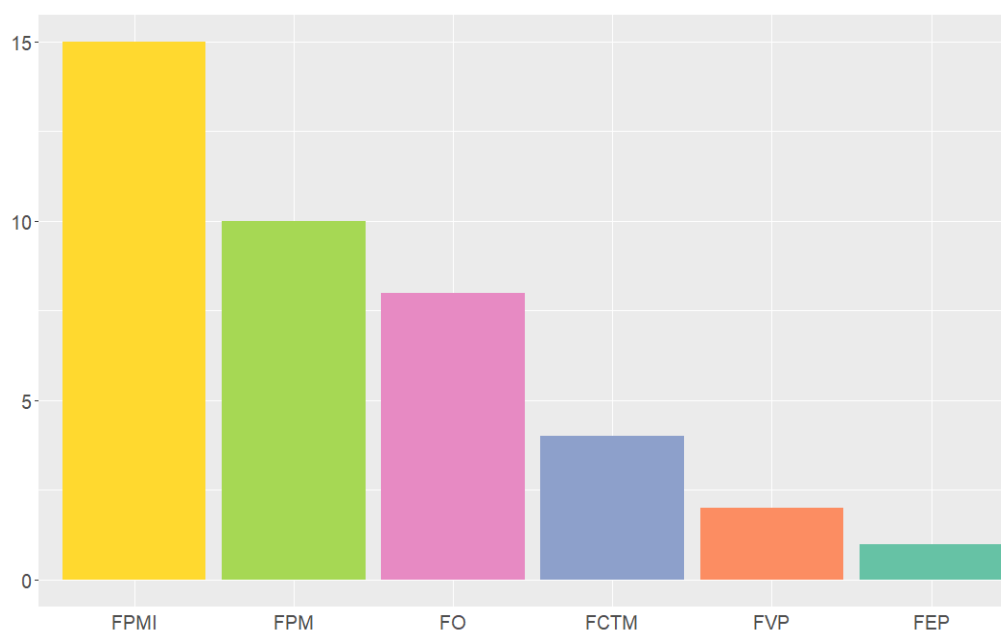
$$\chi^2=3.871 \cdot df=1 \cdot \varphi=0.370 \cdot Fisher's p=0.029$$

Nota: Elaboración Propia.

La encuesta realizada al público de opinión experta también contemplo el reconocer cuales son los principales problemas que estarían impidiendo mejorar la eficiencia del sistema de monitoreo del material particulado. Los resultados de esta pregunta se pueden observar en la **Figura 6**. El 37.5% de los encuestados considera que el principal problema que afecta la eficiencia del sistema de monitoreo es la falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones. El 25% de los encuestados considera que el problema se encuentra en la falta de un plan estratégico para medir las concentraciones de material particulado. Un 20% de los encuestados considera por su parte que la falta de una autoridad única que gestione el monitoreo del material particulado afecta su eficiencia. El restante 17.5% de los encuestados divide sus respuestas en problemas asociados con la falta de capacidad técnica, la falta de voluntad política y la falta de un análisis posterior a la toma de datos.

Figura 7.

Principales problemas que impiden implementar un eficiente, regular y representativo sistema de monitoreo de material particulado en Lima Metropolitana.



Nota: Leyenda: FPMI = "Falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones", FPM = "Falta de plan estratégico integrado para la medición de contaminantes", FO = "Falta de un organismo único dedicado a gestionar el monitoreo de la calidad del aire", FCTM = "Falta de capacidad técnica para la supervisión y mantenimiento de las estaciones", FVP = "Falta de voluntad política", FEP = "Falta de un equipo técnico para el procesamiento y modelado de los datos (pronósticos)". Elaboración: Propia en base a las encuestas realizadas. Elaboración Propia.

4.1.3 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la ausencia de un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor contaminante

En la **Tabla 8** se pueden observar los resultados de la prueba chi cuadrado de independencia entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la ausencia de un plan de estrategias integrales para renovar el parque automotor. Los resultados muestran que existe una asociación significativa a un nivel de confianza del 95% ($p\text{-valor} = 0.025 < 0.05$). El 65% de los encuestados considera que no existe una eficiente gestión de la calidad del aire y no existe un plan integral para la renovación del parque automotor. Así mismo, el 15% opina que, si bien no existe

un plan estratégico para la renovación del parque automotor, la gestión de calidad del aire es eficiente. De los que consideran que si existe un plan estratégico para la renovación del parque automotor (20% de los encuestados), el 12.5% considera que hay una eficiente gestión de calidad del aire y el restante 7.5% opina que esta es ineficiente.

Tabla 8.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la eficiencia en la gestión de la calidad del aire y la existencia de un plan de estrategias para la renovación del parque automotor en Lima Metropolitana.

<i>Eficiencia Gestión de calidad del aire</i>	<i>Existencia de Plan de estrategias para la renovación del PA</i>		<i>Total</i>
	<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>Si</i>	5 12.5 %	6 15 %	11 27.5 %
<i>No</i>	3 7.5 %	26 65 %	29 72.5 %
<i>Total</i>	8 20 %	32 80 %	40 100 %

$$\chi^2=4.146 \cdot df=1 \cdot \phi=0.392 \cdot \text{Fisher's } p=0.025$$

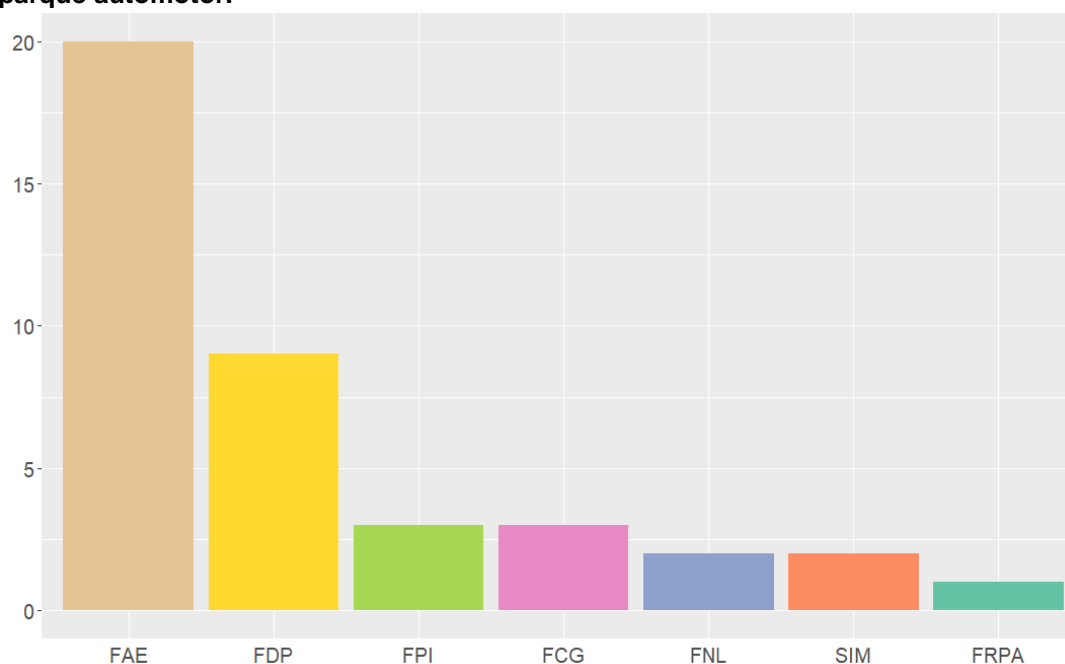
Nota: Elaboración Propia.

Las potenciales causas relacionadas con la ausencia de un plan estratégico para la renovación del parque automotor se pueden observar en la **Figura 7**. Encontramos que la mayoría de los encuestados (50%) opina que la falta de articulación entre las autoridades nacionales involucradas en la gestión de la calidad del aire es el principal problema que impide establecer una hoja de ruta para la renovación del parque automotor. Como segundo lugar, el 22.5% de los encuestados considero que la falta de voluntad política es el segundo mayor

obstáculo al momento de generar estrategias para renovar el parque automotor. Un restante 27% de los encuestados repartieron sus opiniones entre las diferentes alternativas que se pueden observar en la **Figura 7**.

Figura 8.

Principales problemas asociados a la ausencia de un plan integral para la renovación del parque automotor.



Nota: Leyenda: FAE = "Falta de articulación entre entidades involucradas, como MTC, MINAM, Municipalidades, entre otros", FDP = "Falta de decisión política", FPI = "Falta de presupuesto para la implementación de estrategias", FCG = "Falta de capacidad de gestión de las autoridades actuales", FNL = "Falta de normativa y leyes que lo permitan", SIM = "Sistema de monitoreo ineficiente que no permite planificar estrategias en base a la información", FRPA = "Falta de voluntades concertadas para cambiar el parque automotor de todos los involucrados y conseguir el presupuesto que amerita". Elaboración: Propia en base a las encuestas realizadas. Elaboración propia.

4.2 Encuesta destinada a los ciudadanos de Lima Metropolitana

4.2.1 Características de los ciudadanos que realizaron la encuesta

El número total de ciudadanos de Lima Metropolitana encuestados fue de 1346. En la **Tabla 9** podemos observar las características generales del muestreo realizado. El 57.3% de los encuestados son del género femenino y el 42.7% del masculino. Las diferencias en las edades se han clasificado en 4 grupos, aquellos entre los 18 a 24 años, de 25 a 34 años, de 35 a 44 años y los mayores a 45 años. Las

diferencias entre los grupos de edad no son significativas, aunque se encuentra menor población por encima de los 45 años. Por su parte, también se ha clasificado a los ciudadanos por el distrito donde residen. Como se puede observar en la **Tabla 9**, el distrito con mayor número de ciudadanos participantes de la encuesta es Santiago de Surco, seguido de Miraflores, San Juan de Lurigancho, Los Olivos, Chorrillos y Ate. Los demás distritos han sido agrupados en el grupo de “Otros” para evitar tener una tabla extensa. De todos los distritos de Lima Metropolitana (50 en total), solo 4 de ellos no han tenido representantes, estos son Cieneguilla, Mi Perú, Pucusana y Santa María del Mar. Así mismo, dentro del grupo de otros distritos hay 12 distritos que tuvieron un número de participantes menor a 10, estos son Ancón, Bellavista, Carmen de la Legua, Chaclacayo, La Perla, La Punta, Lurín, Pachacamac, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa Rosa. Todos los demás distritos no mencionados tuvieron un número de participantes entre 10 a 40.

Tabla 9.

Caracterización de ciudadanos de Lima Metropolitana participantes de la encuesta de percepción sobre la gestión de calidad del aire.

Variable	N = 1346	Porcentaje
Sexo		
Femenino	771	57.3%
Masculino	575	42.7%
Edades		
De 18 a 24	322	24%
De 25 a 34	446	33%
De 35 a 44	346	26%
Mayor de 45	232	17%
Distritos tomados en la encuesta		
Santiago de Surco	155	11.5%
Miraflores	78	5.7%
San Juan de Lurigancho	72	5.3%
Los Olivos	64	4.7%
Chorrillos	60	4.4%
Ate	54	4.0%
Otros	863	64%

Nota: Elaboración propia

4.2.2 Asociación entre la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire

Luego de realizar la prueba de independencia de chi cuadrado entre la buena gestión de la calidad del aire y la participación ciudadana (medida a través de la realización de denuncias y/o reclamos ambientales relacionados con la calidad del aire y el material particulado) se encontró una asociación significativa entre las dos (p-valor = 0.001 < 0.05). El 87.3% de los ciudadanos piensa que no existe una buena gestión de la calidad del aire y no realiza reclamos. El 4.2% de los que opinan que no hay una buena gestión de calidad del aire si han realizado denuncias y/o reclamos a sus respectivas municipalidades. Por su parte, un total de 8.5% aseguran que, si existe una buena gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana, sin embargo, el 1.1% si ha realizado denuncias y/o reclamos. Los resultados se pueden observar en la **Tabla 10** a continuación.

Tabla 10.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la buena gestión de la calidad del aire y la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias y/o reclamos ambientales.

<i>Buena Gestión</i>	<i>Realiza denuncias y/o reclamos</i>		<i>Total</i>
	<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>Si</i>	15 1.1 %	99 7.4 %	114 8.5 %
<i>No</i>	57 4.2 %	1175 87.3 %	1232 91.5 %
<i>Total</i>	72 5.3 %	1274 94.7 %	1346 100 %

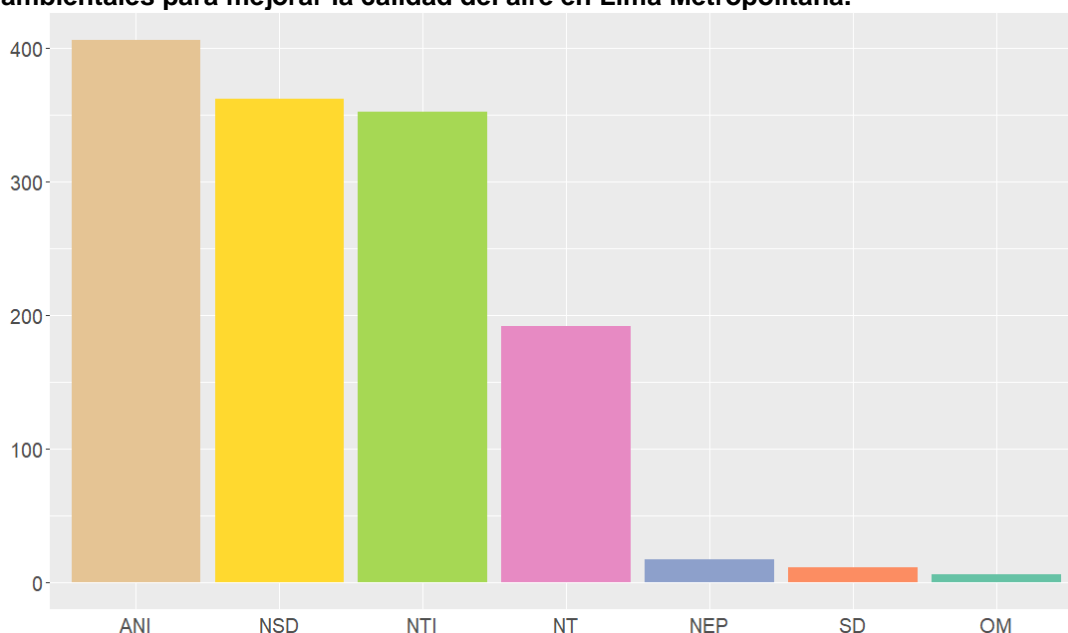
$$\chi^2=13.362 \cdot df=1 \cdot \varphi=0.106 \cdot Fisher's p=0.001$$

Nota: Elaboración Propia.

La encuesta recogió los principales motivos por los que los ciudadanos no realizarían denuncias y/o reclamos ambientales acerca de la calidad del aire. Los resultados se pueden observar en la **Figura 8**. El 30% de los encuestados concuerdan que no participan realizando denuncias y/o reclamos debido a que no creen que las autoridades respondan positivamente a estos. El 26.9% opina que no realizan reclamos debido a que no tenían conocimiento de que podían realizarlo a las autoridades para temas ambientales. Un 26.1% indica que el principal motivo por el cual no realizar denuncias ambientales es porque no tienen acceso a información acerca de las concentraciones de material particulado en donde viven. Un porcentaje considerable del 14.3% opinan que no participan para mejorar la calidad del aire debido a que no tienen tiempo suficiente para realizarlo. Un restante 2.7% divide sus razones en otros motivos.

Figura 9.

Principales motivos por los que los ciudadanos no realizan denuncias o reclamos ambientales para mejorar la calidad del aire en Lima Metropolitana.



Nota: Leyenda: ANI = "Las autoridades no les importa mi reclamo y/o denuncia", NSD = "No sabía que podía realizar denuncias", NTI = "No tengo información para realizar las denuncias", NT = "No tengo tiempo y el proceso es burocrático", NEP = "No es prioridad", HD = "Si he denunciado", OM = "Otros Motivo". Elaboración: Propia en base a las encuestas realizadas. Elaboración propia.

4.2.3 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento de los ciudadanos del peligro que representa MP para su salud

Con el objetivo de explicar las potenciales causas del porque los ciudadanos realizan o no reclamos acerca de la calidad del aire (es decir, participan o no como fuente de presión a las autoridades) se han realizado diferentes asociaciones de la participación con distintas potenciales variables que estarían explicando el comportamiento de los ciudadanos. En la **Tabla 11** encontramos una asociación no significativa ($p\text{-valor} = 0.093 > 0.05$) entre la participación de los ciudadanos y el conocimiento que tienen estos acerca de los efectos negativos del material particulado a su salud. Se puede observar que el 82.8% de los encuestados si tiene conocimiento del problema, pero aun así no realizan reclamos.

Tabla 11.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y el conocimiento de los ciudadanos respecto al peligro que represente el material particulado para su salud.

<i>Realiza denuncias y/o reclamos</i>	<i>Conoce el problema</i>		<i>Total</i>
	Si	No	
Si	68 5.1 %	4 0.3 %	72 5.4 %
No	1115 82.8 %	159 11.8 %	1274 94.6 %
Total	1183 87.9 %	163 12.1 %	1346 100 %

$$\chi^2 = 2.454 \cdot df = 1 \cdot \phi = 0.048 \cdot \text{Fisher's } p = 0.093$$

Nota: Elaboración Propia.

4.2.4 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado

En la **Tabla 12**, podemos observar la prueba de independencia de chi cuadrado entre las variables de participación ciudadana y el conocimiento de los ciudadanos acerca de la concentración de material particulado a la que se encuentran expuestos. Se encuentra que las variables no son independientes ($p\text{-valor} = 0.0001 < 0.05$). El 84.5% de los encuestados respondió que nunca han realizado una denuncia y/o reclamo ambiental relacionado con la calidad del aire y que tampoco tienen conocimiento de la concentración actual en su distrito o vecindario. Un 10.2% asegura conocer la concentración de material particulado, pero no ha realizado denuncias. Un total de 5.4% de los ciudadanos si han realizado denuncias y/o reclamos, aunque 3.5% de ellos no conoce las concentraciones a las cuales está expuesto y solo el 1.9% si las conoce.

Tabla 12.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y el conocimiento y/o disponibilidad de la concentración de material particulado en su vecindario o distrito.

<i>Realiza denuncias y/o reclamos</i>	<i>Conoce la concentracion de MP</i>		<i>Total</i>
	<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>Si</i>	25 1.9 %	47 3.5 %	72 5.4 %
<i>No</i>	137 10.2 %	1137 84.5 %	1274 94.7 %
<i>Total</i>	162 12 %	1184 88 %	1346 100 %

$$\chi^2=34.751 \cdot df=1 \cdot \phi=0.166 \cdot \text{Fisher's } p=0.000$$

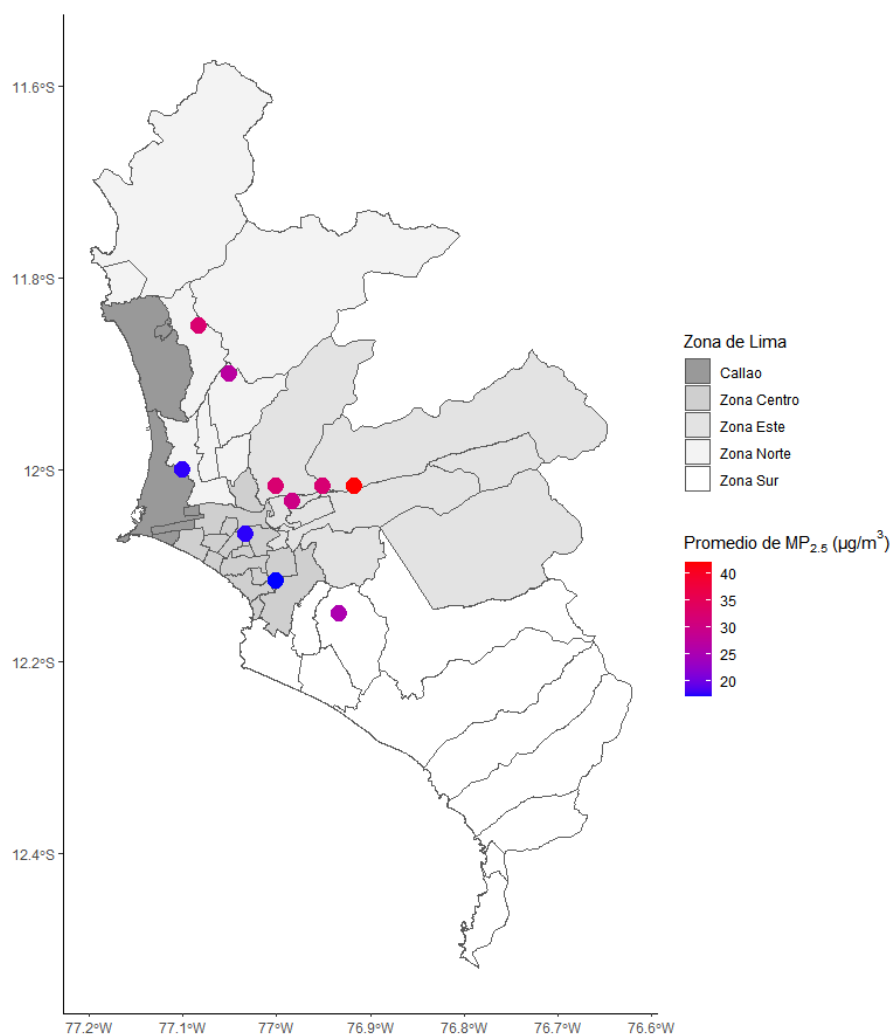
Nota: Elaboración Propia.

4.2.5 Asociación entre participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de exposición al material particulado.

Antes de comparar la asociación entre los niveles de exposición aproximado a los que se encuentran cada uno de los ciudadanos encuestas y su participación en la gestión de la calidad del aire, se agruparon a todos los distritos participantes en 5 zonas. Estas son el Callao, Zona Centro, Zona Este, Zona Sur y Zona Norte. En la **Figura 9** se pueden observar el mapa de Lima Metropolitana dividido en estas 5 Zonas y se han dibujado sobre el mismo las 10 estaciones de monitoreo ubicadas en la ciudad con las concentraciones promedio calculadas en base a la información proporcionada por el SENAMHI durante el periodo 2014 – 2019. A partir de este grafico se han propuesto tres niveles de exposición, moderado (concentraciones de material particulado entre 15 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), alto (concentraciones de material particulado entre 20 a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y muy alto (concentraciones de material particulado mayores a los 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En tal sentido, la Zona Este fue clasificado con niveles de exposición muy alto. Las Zonas Norte y Sur se encuentran dentro de los niveles de exposición altos. Por último, tanto la Zona Centro como el Callao tienen un nivel de exposición moderado al material particulado.

Figura 10.

Mapa de distribución de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y su concentración promedio durante los años 2014 – 2019.



Nota: La ciudad de Lima Metropolitana se ha dividido en 5 Zonas mostradas en la leyenda según lo recomendado por el censo del año 2017 (Decreto Legislativo N°604, 2018). Datos para la generación del mapa tomados de las concentraciones de material obtenidas de SENAMHI (2020). Elaboración propia.

La prueba de independencia de chi cuadrado demostró que no hay una asociación ($p\text{-valor} = 0.306 > 0.05$) entre los niveles de material particulado a los que se encuentran expuestos los ciudadanos y su participación en la gestión de calidad del aire de Lima Metropolitana. De los resultados podemos observar que aproximadamente el 50.4% de ciudadanos de Lima Metropolitana se encuentran expuestos a una concentración moderada de material particulado. Por su parte el

30.4% y el 19.2% de los ciudadanos de Lima metropolitana se encuentran expuestos a niveles de concentración de material particulado altos y muy altos. Los resultados se pueden observar en la Tabla 13 a continuación.

Tabla 13.

Resultado de prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana medida en realizaciones de denuncias ambientales y la concentración aproximada de material particulado a la que se encuentran expuestos.

<i>Realiza denuncias y/o reclamos</i>	<i>Concentracion expuesto</i>			<i>Total</i>
	<i>Moderada</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy Alta</i>	
<i>Si</i>	30 2.2 %	25 1.9 %	17 1.3 %	72 5.4 %
<i>No</i>	648 48.1 %	384 28.5 %	242 18 %	1274 94.6 %
<i>Total</i>	678 50.4 %	409 30.4 %	259 19.2 %	1346 100 %

$$\chi^2=2.370 \cdot df=2 \cdot \text{Cramer's } V=0.042 \cdot p=0.306$$

Nota: Elaboración Propia.

4.3 Entrevistas realizadas a expertos

La **Tabla 15** muestra el número de entrevistados por cada institución a las cuales se tuvo acceso. Solo para el caso de las municipalidades el número es mayor que 1 ya que se entrevistaron representantes de 3 diferentes municipalidades. Estas son, la municipalidad Metropolitana de Lima, la municipalidad del Villa el Salvador y la municipalidad de Miraflores. Los entrevistados brindaron información de importancia que permitió complementar la información obtenida de la bibliografía revisada, con datos actuales y puntos de vistas técnicos. Al haber obtenido amplia

información de las entrevistas, estas se presentan en el **ANEXO 6** y serán utilizadas en la discusión de la presente investigación.

Tabla 14.

Numero de entrevistados de las instituciones identificadas en la gestión de la calidad del aire

Instituciones	Numero de Entrevistados
Ministerio del Ambiente (MINAM)	1
Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	1
Municipalidades de Lima Metropolitana	3
OEFA	1
SENAMHI	1
DIGESA	1
ONGs y Universidades públicas y privadas	1

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

5.1. Análisis de la gestión de la calidad del aire desde la perspectiva experta

5.1.1 Análisis de los expertos encuestados

Las preguntas realizadas por los profesionales y técnicos expertos en la calidad del aire fueron contestadas en su totalidad, demostrando ser asequibles y en número adecuado para no desmotivar a los participantes de completar la encuesta. Esto concuerda con lo enunciado por Blanco (2011), la cual detalla que es importante asegurar la posibilidad de los encuestados a completar la encuesta sin desmotivar su participación con preguntas personales o un número de preguntas excesivo. El cumplimiento total de las encuestas por cada uno de los expertos también abre la discusión de quizá poder aprovechar la ocasión para incluir o realizar más preguntas relacionadas con la característica de los encuestados y otras variables de estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos cumplen los objetivos del estudio y sientan bases sólidas para futuras investigaciones que decidan profundizar más.

Se puede notar que más del 50% de los participantes trabajan en municipalidades. Este resultado era esperado debido a que las municipalidades de Lima Metropolitana presentan a los gestores directos de la gestión de la calidad del aire. Este alto porcentaje es beneficioso para los resultados estadísticos ya que refleja el conocimiento directo de los trabajadores que tienen contacto directo con la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana. Un poco más del 12% de los encuestados se suman a los profesionales provenientes del estado, aquí encontramos a los ministerios, la OEFA y el SENAMHI respectivamente. Si bien, el número puede parecer bajo, la participación de estos profesionales es de trascendental importancia debido al relevante papel que juegan en la fiscalización,

normalización y monitoreo de calidad del aire. Su participación en la encuesta valida la relevancia e importancia de los resultados obtenidos.

Un segundo grupo conformado entre ONGs, universidades y empresas privadas participo de la encuesta. Si bien su participación es indirecta en la gestión de la calidad del aire, su participación es significativa ya que como actores indirectos están íntimamente relacionados a promover cambios que beneficien a la sociedad. Si bien existen diferencias en el número de encuestados de acuerdo con el grupo institucional esto es explicado debido a que cada institución tiene pocos profesionales o en algunos casos ningún profesional dedicado cien por ciento a la gestión de la calidad del aire. Muchos de los profesionales en municipalidad incluso se encargan no solo del tema de contaminación del aire, sino de otros temas ambientales, como el manejo de residuos sólidos, contaminación sonora, entre otros. Esto se pudo comprobar con las entrevistas realizadas a los tres representantes de municipalidades que se pueden observar en el **ANEXO 6B**. Por otro lado, es importante destacar que el 80% de los encuestados cuenta con experiencia mínima de 2 años de experiencia en la gestión de calidad del aire. Esto valida no solo el manejo teórico acerca del tema, sino también su conocimiento empírico de la situación actual (es decir obstáculos y oportunidades reales presentadas en el día a día).

Al desconocerse la población exacta de profesionales trabajando actualmente en la gestión de la calidad del aire, se consideró que el grupo de 40 expertos cumplió las metas trazadas de esta investigación. Se obtuvieron respuestas de más de la mitad de las municipalidades de Lima Metropolitana, lo cual nos da un amplio aspecto en el conocimiento de cuál es el estado actual y desarrollo de la gestión de la calidad del aire. Así mismo, la participación de 3 trabajadores expertos en calidad

del aire de ministerios del Perú (2 MINAM y 1 de MTC) agregan vital información del estado actual de la normativa e implementación de hojas de ruta para la mejora de la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana. Al no haberse encontrado en la revisión de literatura un planteamiento como el de la presenta tesis, se encuentra que la información recobrada en campo suma positivamente al entendimiento de los problemas que la gestión de la calidad del aire afronta. A continuación, se presentarán las dos pruebas de chi cuadrado basadas en la información rescatada en esta primera encuesta a nivel experto.

5.1.2 Analizando la relación entre el sistema de monitoreo y la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana

Los resultados obtenidos nos permiten aceptar la hipótesis específica 1 planteada en la investigación, es decir que existe relación entre las dos variables de estudio, la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana y la gestión del sistema de monitoreo. Estos resultados confirman lo argumentado por diversos autores, los cuales coinciden que un sistema de monitoreo de calidad del aire es imprescindible para la toma de decisiones eficientes en la gestión de la calidad del aire (Baklanov et al., 2016; Beattie et al., 2001; Engel-Cox et al., 2013; Mofarrah & Husain, 2010; Sofia et al., 2018). Se infiere de esta manera para la realidad de Lima Metropolitana, que la mejora de un sistema de monitoreo repercutiría notablemente en mejorar la eficiencia de la gestión de la calidad del aire.

Haciendo un análisis más profundo se encontró que solo 4 de los 40 participantes opinan que no existe relación alguna entre la gestión de la calidad del aire y la gestión del sistema de monitoreo. En otras palabras, los 4 expertos opinan que el sistema de monitoreo del aire es caduco e ineficiente pero que esto no afecta la gestión, ya que consideran esta última como eficiente. Atribuyendo una potencial

explicación a estas opiniones, encontramos que quizá que estos expertos consideran que hasta el momento han realizado una buena gestión de la calidad del aire desde su posición en el estado y/o institución (siendo más del 90% de estos expertos trabajadores del gobierno) y que esta no ha sido limitada por la falta de información. Si bien la información es de vital importancia para tomar decisiones informadas, esto no limita la capacidad de las municipalidades y/o autoridades para implementar estrategias de control y/o mitigación de fuentes de contaminación. Múltiples referencias se tienen acerca de las potenciales estrategias que se pueden implementar, como incentivar el uso de vehículos no motorizados, regularización de tráfico en horas pico, prohibición de entrada de vehículos pesados y altamente contaminantes en ciertas avenidas, entre otras alternativas de bajo presupuesto y posibles de implementar a pequeña escala (Beattie et al., 2001; Corona–Zambrano & Rojas–Caldelas, 2009; Gulia et al., 2015; Quarmby et al., 2019; Saavedra, 2014; Valverde, 2016), las cuales no tienen la necesidad de contar con información en búsqueda de un impacto positivo.

Por otro lado el 65% de los encuestados hayan que la gestión de monitoreo de calidad del aire es ineficiente, lo cual concuerda con las opiniones de diversos estudios a nivel nacional (Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao, 2019; Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao, 2011; Pacsi Valdivia, 2016a; Pacsi Valdivia & Murriel Gonzales, 2018; Tapia et al., 2018). De este grupo, el 85% considera que existe una mala gestión de la calidad del aire, evidenciando la relación directa que existe entre las dos variables de estudio.

A pesar de que el 35% de los encuestados considera que el sistema de monitoreo es eficiente, todos ellos identifican al menos un problema actual en su gestión

(Figura 6). Esto podría explicarse debido a que si bien el desarrollo del sistema de monitoreo no ha sido óptimo, a principios del 2010 el número de estaciones por parte del SENAMHI se incrementó, así como la disponibilidad de los datos (Pacsi Valdivia, 2016b). Sin embargo, este avance no ha sido constante en los últimos 5 años teniendo en la actualidad un déficit en el número de estaciones y ausencia de reportes en tiempo real de las concentraciones de MP como lo establece el protocolo de calidad del aire (D.S.N°010-2019-MINAM, 2019). Esta situación también se ha evidenciado mediante la realización de las entrevistas a expertos, donde si bien los entrevistados aseguran que falta mucho por avanzar y mejorar en el sistema de monitoreo, grandes avances se han logrado en los últimos 10 años (**ANEXO 6A** y **ANEXO 6E**).

Dentro de los problemas identificados por los expertos que debilitan el sistema de monitoreo resaltan tres:

- La falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones.
- La falta de plan estratégico integrado para la medición de contaminantes.
- La falta de un organismo único dedicado a gestionar el monitoreo de la calidad del aire.

El número de estaciones en una ciudad tiene que ser representativo para la magnitud de dicha ciudad y la población potencialmente expuesta a contaminantes (Rouf et al., 2015). El nuevo protocolo de calidad del aire (D.S.N°010-2019-MINAM, 2019) no señala de manera específica el número de estaciones que se deben instalar y explica que estas serán determinadas de acuerdo a las necesidades y objetivos que se quieran cumplir. Una referencia o número aproximado que

podemos establecer para Lima Metropolitana es el propuesto por el grupo qAIRa. Esta institución cobró protagonismo a inicios del 2020, mediante la instalación de estaciones de monitoreo remotas para reemplazar la falta de estaciones fijas, teniendo instaladas a principios del 2020, 7 estaciones de bajo costo (Qaira, 2020). La organización tiene como objetivo instalar aproximadamente 40 estaciones remotas para Lima Metropolitana en el futuro, número el cual ellos han establecido como representativo para la capital (Contreras, 2020). La aparición del grupo qAIRa nos brinda una idea potencial del número de estaciones representativas para la capital, sin embargo, existe una brecha de información científica y bibliografía que no permite definir el número de estaciones ideales para diferentes condiciones socio económicas de Lima Metropolitana.

Otro de los principales problemas detectados por los expertos encuestados es la ausencia de una entidad del estado que se responsabilice e implemente un moderno sistema de monitoreo y un número de estaciones conforme a lo establecido en las normas es muy preocupante. Esto se pudo evidenciar en el **CAPITULO I – sección 1.2.2** en la cual se evidencio que no existe una institución en el estado especializada y responsable de dirigir y gestionar el monitoreo de calidad del aire. Según la opinión de los expertos entrevistados, esta función debería de ser realizada por el SENAMHI (**ANEXO 6B**), sin embargo, ellos mismos argumentan que en la realidad este protagonismo no ha sido tomado por ninguna institución. En este escenario, el nombramiento o establecimiento de una institución que integre los esfuerzos de monitoreo y así mismo la gestión de calidad del aire es necesaria. El "Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao" (2011) es quizás el intento colaborativo que intento llevar a cabo una gestión para integrar los esfuerzos entre los diferentes actores directos e indirectos de la gestión de la

calidad del aire. En la actualidad este comité ha sido reemplazado por Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao (2019), dirigida actualmente por el MINAM (**ANEXO 6A**). El análisis y revisión de los informes realizados por ambas comisiones evidencian que su contribución es importante, ya que evalúan periódicamente los avances en la gestión de la calidad del aire.

Esta información es rica en contenido, sin embargo, no se evidencia una hoja de ruta, ni planes que mantengan contribuir a mejorar la gestión de calidad del aire y el sistema de monitoreo de manera cíclica. Esto quiere decir que, si bien hay avances para mejorar la calidad del aire, estos son esfuerzos en solitario, perdiéndose la oportunidad de generar sinergias entre instituciones. Queda abierta la posibilidad de designar o crear una institución en el estado, la cual no solo reporte avances, sino que planifique y establezca objetivos medibles para cada uno de los actores. De la bibliografía nacional e internacional revisadas, es importante rescatar que las instituciones involucradas en la gestión de la calidad del aire deban de trabajar de manera holística, sin duplicar esfuerzos y maximizando la eficiencia de todo el proceso (Barnes et al., 2015; Castillo, 2014; Gobierno de la República de Mexico, 2017; Tseng & Chang, 2001).

5.1.3 La ausencia de planificación de estrategias integrales para la renovación del parque automotor

A un nivel de confianza del 95% se aceptó la segunda hipótesis específica, es decir que ***se encontró relación entre las variables de estudio, la eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la ausencia de un plan de estrategias integrales para renovar el parque automotor.*** Se comprueba de esta manera que uno de los problemas de la gestión de la calidad del aire está relacionado significativamente

con la ausencia de un plan estratégico para renovar la flota automotriz de Lima Metropolitana. Los expertos entrevistados profundizan en este problema (**ANEXO 6C**), argumentando que la estrategia implementada para regularizar el parque automotor contaminante fiscalización, mediante un sistema de multas. Sin embargo, este no ha sido eficiente como se evidencio en el planteamiento del problema, teniendo poco éxito en regular el parque automotor. Algunas prácticas adicionales se han venido trabajando en los últimos años, como el programa de chatarreo, aunque la infraestructura desplegada así como su poco presupuesto lo posicionan como un esfuerzo puntual (DECRETO DE URGENCIA N°029-2019, 2019; MML, 2020; Publmetro, 2020; R.G.G N°14-2016-MML/IMPL/GG, 2016), evidenciando una falta de planificación estratégica.

De los resultados se obtuvieron que el 80% de los expertos encuestados coinciden que en la actualidad no existe un plan estratégico para gestionar y/o renovar el parque automotor. Los planes integrales estratégicos son indispensables para renovar el parque automotor, lo cual ha quedado demostrado en diversas ciudades a nivel mundial, los cuales han reducido los niveles de MP evitando utilizar herramientas de fiscalización como única estrategia (Gorham, 2002; Gulia et al., 2015; Quarmby et al., 2019; Wang et al., 2019). Si bien la falta de información de concentraciones de MP afectan negativamente la implementación de estrategias para renovar o limitar el tránsito del parque automotor contaminantes, esta no debería de ser impedimento para recurrir a la fiscalización como única herramienta de control. Incluso, mejorar el sistema de monitoreo es parte de esta planificación, siendo parte clave de la gestión de la calidad del aire.

Tanto Saavedra (2014) como Valverde (2016) han demostrado, en sus investigaciones en Lima Metropolitana, que la regulación del tráfico en horas pico y

avenida altamente transitadas puede disminuir los niveles de exposición al MP a la que los ciudadanos se encuentran expuestos. Existe entonces la necesidad de que las autoridades puedan replicar estas estrategias a pequeña y grandes escalas. Debido a la pandemia COVID-19 durante el transcurso del año 2020, se ha podido evidenciar un incentivo uso de la bicicleta y creación de nuevas ciclovías, que tienen un impacto positivo en reducir el tránsito de automóviles. Esto fue evidenciado en la presentación de los estudios realizados por la ONG, Lima Cómo Vamos (2020), la cual argumenta un cambio de medio de transporte, maximizando la opción por alternativas no motorizados. Tal como se mostró en el marco teórico, las estrategias para disminuir el uso de transporte motorizados es diverso y se deben aplicar a las realidades de cada ciudad (Gulia et al., 2015). La máxima eficiencia de las diversas estrategias se verá incrementada cuando se puedan implementar en conjunto, es decir, evitando acciones únicas y promoviendo la planificación integral bajo una misma hoja de ruta.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a expertos (**ANEXO 6C**), algunas de las municipalidades planifican e implementan acciones para el control y fiscalización de parque automotor contaminantes. La realización de estas estrategias se ve posiblemente reflejado en el 20% de los expertos encuestados, los cuales consideran que si existe un plan estratégico para renovar la flota contaminante de Lima Metropolitana. Sin embargo, los expertos entrevistados recalcan que la eficiencia de este sistema se vería incrementada con un buen sistema de información que les permita rastrear y monitorear sus progresos y aciertos. Esto no puede ser cambiado por un actor específico de la gestión de la calidad del aire, y como se argumentó en la anterior sección hace falta una entidad líder que diseñe

una hoja de ruta para maximizar las diferentes instituciones participantes en el proceso.

Los resultados de la pregunta adicional que buscaba identificar las potenciales razones que explicarían la ausencia de un plan integral para la renovación de la flota automotriz se observan en la **Figura 7**. De las 7 alternativas brindadas a los expertos, el 50% de ellos eligió, a la falta de articulación entre entidades involucradas del estado, como la principal causa de no tener una hoja de ruta establecida. Por su parte, más del 20% de los encuestados opina que la ausencia de un plan se debe a la falta de decisión política por parte del estado. No se encontraron investigaciones que puedan comprobar este argumento y quizás este tipo de análisis vas más allá del alcance del presente trabajo, pero no se puede negar la relación directa del sistema político del país y su impacto en todo tipo de gestión pública. Esto es algo repetidamente nombrado en las entrevistas realizadas (**ANEXO 6E**) que se tendría que tomar en cuenta para posteriores investigaciones.

5.2 Análisis de la gestión de la calidad del aire desde la perspectiva del ciudadano

5.2.1 Análisis del público encuestado

El número total de ciudadanos encuestados por esta investigación fue de 1346, superando los 1200 que se tenían como objetivo según la fórmula de Cochran (1977). De esto inferimos que el muestreo realizado es representativo de la población de ciudadanos que viven en Lima Metropolitana. En cuanto al género de los ciudadanos participantes, las mujeres cubren casi el 60%, difiriendo del censo nacional que aproximadamente divide a la capital en partes iguales según el último censo (Decreto Legislativo N°604, 2018).

Es importante analizar la distribución de los participantes de acuerdo con el distrito donde viven. Se obtuvo un alto porcentaje de participantes provenientes de distritos del centro de Lima y ubicados alrededor de las grandes avenidas de la capital. Dentro de las ventajas de este resultado, encontramos que son precisamente estas personas las que se encuentran mayormente expuestas a altas concentraciones de material particulado. Sin embargo, es importante notar que las zonas alejadas del centro de Lima tienen baja representatividad en la encuesta tomada. Esto es quizás explicado por el nivel socioeconómico y el acceso al internet (ya que la encuesta se realizó de manera virtual), lo cual sesga la interpretación de los resultados para estos grupos humanos.

5.2.2 Participación ciudadana y su relación con la gestión de la calidad del aire

Se aceptó la hipótesis específica 3 con un nivel de confianza del 95%, es decir que en base a las encuestas dirigidas a los ciudadanos podemos concluir que existe

relación entre la variable eficiencia de la gestión de la calidad del aire y la participación de los ciudadanos para mejorar la calidad del aire. Esto se relaciona con lo ya expuesto por Binder et al. (2019) que argumentan que el comportamiento de grupos humanos puede influenciar el comportamiento proambiental en la sociedad. Así mismo, los resultados confirman las conclusiones realizadas por Castillo (2017), la cual no solo establece una relación entre las gestiones públicas y la participación ciudadana, sino que concluye que el accionar ciudadano facilita, fortalece y fomenta el logro de objetivos públicos.

De lo expuesto, queda demostrado que la participación ciudadana juega un papel clave para cambiar el estado actual de la gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana. De los resultados y bibliografía revisada se infiere que el incremento de la participación ciudadana puede entre otros efectos activar el accionar de las instituciones del estado para mejorar la eficiencia en la gestión de la calidad del aire en la capital Limeña.

Un análisis detallado de las encuestas permite observar que el 87.3% de los ciudadanos opinan que no existe una buena gestión del aire, pero en contradicción, no realizan reclamo y/o denuncia alguna para intentar cambiar esta situación. Este resultado se encuentra estrechamente relacionado con el sondeo realizado por Municipalidad de Lima Metropolitana (2019) el cual ya anticipaba la baja participación ciudadana a nivel de la capital, así como los reportes realizados por la OEFA, (2019) que muestran lo mismo. Al esperarse este resultado, se consultó a los ciudadanos sobre la principal razón que impedía a ellos de realizar reclamos y/o denuncias ambientales a sus autoridades (**Figura 8**). Así, siete alternativas fueron brindadas como potenciales causas de la falta de participación ciudadana, solo 3 de ellas se encuentran entre las más votadas y se discutirán a continuación.

Los resultados de la encuesta indican que la principal razón de la ausencia de participación se le atribuye a la falta de confianza que los limeños tienen depositada en sus autoridades (**Figura 8**). Es decir, a pesar de saber que la gestión de calidad del aire es considerada ineficiente, se tiene la percepción que reclamar y/o denunciar no generará ningún cambio positivo. La falta de interés de las autoridades por potenciar espacios de intercambio y concretar reclamos y/o denuncias en acciones que resuelvan los problemas genera pues la desvinculación entre ciudadanos y estado (Cáceres, 2016). Perdiéndose la gran oportunidad de contar con un actor de gran influencia en la gestión de la calidad del aire, los ciudadanos. Como segunda opción más votada (aproximadamente el 20% de los encuestados) los ciudadanos atribuyen su falta de participación debido a que no tenían conocimiento de que existían medios de comunicación para dirigirse a sus autoridades para este tipo de problemas. En este aspecto Cáceres (2016) también argumenta que la falta de orientación y canales de comunicación dificulta el intercambio entre ciudadanos y funcionarios públicos, reduciendo indirectamente la participación ciudadana.

Como tercera problemática identificada por los ciudadanos que impide su participación eligieron que no existe o tienen disponible información acerca de la concentración de material particulado y no saben si están expuesto a niveles nocivos para su salud. Según Bulege (2016) la falta de acceso a la información tienen un impacto directamente negativo en la participación ciudadana. Paliza (2017) añade que el desconocimiento general de los problemas del medio ambiente reduce la participación ciudadana. Cabe argumentar que este último motivo está muy relacionado con la falta de información que las mismas autoridades tienen y que les impide tomar decisiones informadas (Hipótesis específica 1). Es decir, que

incentivar un buen sistema de monitoreo no solo tendría efectos directos en la gestión, sino indirectos al generar datos disponibles y utilizables para todos los ciudadanos.

Algunas de las razones brindadas por los ciudadanos fueron propuestas como hipótesis específicas antes de conocer los resultados (hipótesis específicas 4, 5 y 6) con el objetivo previo de demostrar las potenciales relaciones entre la participación ciudadana y problemas previamente identificados de la literatura. La prueba de estas hipótesis se dará a continuación, en donde se analizaron los resultados de la prueba de chi cuadrado de independencia entre la participación ciudadana y las potenciales razones de su ausencia.

5.2.3 Conocimiento del peligro del MP a la salud humana

La hipótesis específica número 4 es la primera en tratar de explicar la falta de participación ciudadana en la gestión de la calidad del aire. Para ello hipotiza que la participación ciudadana está asociada con el conocimiento que tienen los ciudadanos acerca del peligro que representa el MP para su salud. Las pruebas estadísticas con un nivel de confianza del 95% rechazan dicha información, es decir que se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que la relación entre las dos variables no existe. Si bien este hallazgo no era esperado en la presente investigación, su resultado es nada menos interesante. Los resultados contradicen lo concluido por Bulege (2016) y Paliza (2017), los cuales indican que el desconocimiento así como la educación de los ciudadanos favorece su participación en la sociedad.

En la realidad de Lima Metropolitana, aproximadamente el 80 asegura tener conocimiento total de que el material particulado está presente en su ambiente y

que perjudica su salud. A pesar de ello, esto no es razón suficiente para que despierte su reacción mediante la realización de denuncias y/o reclamos a sus autoridades. No se han encontrado estudios los cuales profundicen específicamente en explicar esta relación, pero quizás es su estudio realizado a nivel de Latinoamérica, Castillo (2017) identifica logra explicar este problema. Ella argumenta que las regiones latinoamericanas son difíciles de ponerse en marcha y que recién en ellos últimos años se están construyendo en paralelo con el protagonismo de las nuevas generaciones. Se evidencia entonces una ruptura entre ciudadano y gobierno que afecta negativamente toda potencial sinergia que pueda surgir entre estos dos actores.

Por otro lado, de la población restante, solo el 5.1% de la población limeña asegura tener conocimiento del problema que representa el MP para su salud y realizan denuncias y/o reclamos al menos una vez al año en pleno hecho de sus derechos y deberes cívicos. Aproximadamente el 12% de la población desconoce a este mal invisible, siendo la mayoría de este grupo ausentes en reclamos y/o denuncias acerca de la calidad del aire de la ciudad.

5.2.4 Acceso a la información de concentraciones de MP

La hipótesis específica número 5 se aceptó, encontrándose una alta relación entre las variables de participación ciudadana y la información disponible de los niveles de material particulado para los ciudadanos. Bulege (2016) insiste que el acceso a la información tiene como consecuencias directas mecanismos ineficientes de participación ciudadana. La OECD (2020) propone que una correcta inclusión de los ciudadanos en las gestiones públicas, debe de estar acompañada de información relevante, diversa y precisa que facilite en mutuo entendimiento entre los dos actores. La revisión de literatura y resultados encontrados permiten

argumentar que, si las personas tuvieran acceso a la información de calidad y en tiempo real sobre la calidad del aire, estas podrían realizar reclamos y/o denuncias, es decir que podría aumentar su participación indirecta en la mejor de la calidad del aire. Sin la información necesaria, representativa y significativa, la participación ciudadana en cualquier gestión pública queda limitada (Nabatchi, 2012).

Analizando los resultados de la prueba de independencia de chi cuadrado (**Tabla 12**), cerca del 88% de los encuestados desconoce la concentración de material particulado de su distrito y/o ciudad. Menos del 12% de la población conocen la concentración aproximada de MP en la ciudad de Lima. Sin embargo, la mayoría de estos no realiza denuncias. Para Díaz (2017) y Nabatchi (2012), este resultado sería contradictorio, ya que al menos un porcentaje mayor de los ciudadanos informados debería de generar alguna clase de participación o manifestación de descontento, sin embargo esta no parece ser la realidad manifiesta en la ciudad de Lima. Este resultado no evidencia precisamente que la información no es importante para al limeño, sino más bien se teoriza que esta respuesta se debe a que la participación ciudadana es compleja ya que responde a modelos multivariados y no solo a una variable específica (Baum, 2001). Es decir, la disponibilidad a información es importante para fomentar la participación ciudadana, pero no es la única variable que desencadenará su aumento, el aumento de la participación ciudadana estará gobernado por un conjunto de situaciones y procesos que deben ser potenciados de manera integral. Es precisamente el objetivo de las 3 últimas hipótesis específicas identificar las variables que pueden estar perjudicando el desarrollo de una participación ciudadana óptima.

5.2.5 Nivel de exposición de los ciudadanos

La última hipótesis específica número 6 se rechazó, no existiendo una relación significativa entre las variables participación ciudadana y el nivel de exposición al que se encuentran expuestos los ciudadanos. Esta hipótesis busco, a diferencia de la hipótesis específica número 5, identificar relación entre la participación ciudadana y su percepción de que tan mal está el aire de acuerdo con el distrito donde viven o frecuentan. Los resultados mostraron que dicha relación no existe. Las diferencias de calidad del aire (en base a las mediciones de MP) entre los diferentes sectores de Lima Metropolitana son visible en la **Figura 9**. Aramayo (2012), argumento que existen diferencias significativas en la percepción de las personas respecto a la contaminación atmosférica.

Las conclusiones de Aramayo (2012) si bien podrían ser contradictorias con los resultados encontrados en la presente investigación, no lo son. En la investigación de Aramayo (2012) las preguntas fueron diseñadas para evidenciar una relación entre la percepción y contaminación del aire, mientras que la presente investigación asume que esa percepción está ligada a la participación ciudadana. Nuevamente, tal y como se encontró en la hipótesis específica número 4, a pesar de que el ciudadano pueda estar percibiendo problemas a su salud debido al aire contaminado, este motivo no es suficientemente importante para imprimir en la una conciencia cívica transformadora. Es decir, que existen otras variables que suprimen o intensifican significativamente la participación ciudadana y entre estas no se encuentra su propio bienestar. Una plausible explicación de este fenómeno quizá radique en la característica inmediata de la contaminación del aire, el cual es un fenómeno muchas veces no fácilmente perceptible o descrito como una contaminación invisible (Bower et al., 1999; Gaitán et al., 2007; Martin, 2005; OMS,

2016). Esto también lo remarcan las autoridades de las municipalidades entrevistadas (**ANEXO 6D**) las cuales coinciden que problemas ambientales como el manejo de residuos o contaminación sonora tienen mayor atención por parte de los ciudadanos al momento de realizar denuncias y/o reclamos debido a su visible impacto en la comunidad.

5.3. Análisis multinivel de la problemática de la gestión de la calidad del aire

Se han presentado la comprobación de hipótesis específicas, aprobándose 4 (hipótesis específicas 1, 2, 3 y 5) y rechazándose 2 (hipótesis específicas 4 y 6). El análisis de los resultados en su conjunto es pertinente y nos permitirá entender la interacción entre las variables de estudio que sirvan de base para futuros estudios e investigaciones a profundidad. A continuación, se realiza un análisis de los potenciales conexiones y relaciones que se han analizado de los resultados de la prueba de todas las hipótesis específicas.

5.3.1 Relación entre el sistema de monitoreo y la ausencia de un plan integral estratégico para renovar el parque automotor contaminante.

Un sistema de monitoreo moderno y eficiente permite obtener datos que permitan tener un registro detallado del estado actual y evolución del material particulado (Baklanov et al., 2016; Barmpadimos et al., 2011; Gobierno de la República de Mexico, 2017; Mirhosseini et al., 2013; Rouf et al., 2015; Shakya et al., 2017). La importancia real de estos datos radica en como estos se utilizan y/o en que actividades son necesarias para incrementar respuestas positivas. La información puede ser utilizada tanto para mantener informado al público lo cual potencialmente puede motivar cambios positivos en la gestión pública. Por otro lado, puede ser usado directamente por las autoridades y tomadores de decisiones como una herramienta para implementar estrategias basadas en datos y condiciones reales,

lo cual tiene la potencialidad de incrementar la eficiencia en los procesos de gestión pública.

De los resultados obtenidos y la revisión literaria realizada podemos establecer una fuerte relación entre el acceso a la información a través de un eficiente sistema de monitoreo y el impacto directo que tiene en la eficiencia de estrategias que distintos órganos públicos pueden realizar. Esto no implica que las autoridades estén impedidas de implementar planes para reducir el parque automotor contaminante en Lima Metropolitana, pero sí que la planificación de estas medidas pueda estar siendo afectadas negativamente al no contemplar diferentes variables que impactan en la eficiencia de la gestión pública.

5.3.2 Relaciones entre disponibilidad de información, conocimiento del problema y exposición con la participación ciudadana.

En la búsqueda por entender las razones de la falta de participación ciudadana, se obtuvieron resultados diversos. La mayoría de los ciudadanos proclama saber los efectos nocivos del material particulado y a pesar de encontrarse zonas altamente contaminadas no desencadena en ellos alguna reacción para generar un cambio en la gestión pública. Como se mencionó, quizá este tipo de reacción está relacionado con la dificultad de ver este problema, ya sea porque el aire es invisible o existe una costumbre en vivir en ambientes contaminados. A esto se le suma el tema de la información, el cual de acuerdo con los datos obtenidos si parece tener impacto en la respuesta de los ciudadanos. Es en tal sentido posible establecer una relación entre la información disponible y la activación del peligro del aire contaminado. Múltiples estudios han demostrado la innegable asociación entre los problemas respiratorios y las altas concentraciones de material particulado (Hakan et al., 2008; Ljubimova et al., 2018; MINAM, 2014; OMS, 2006, 2013; Timsal et al.,

2016). En este contexto es quizás la información confiable, precisa y regular de la concentración de material particulado una de las maneras en que los ciudadanos puedan percatarse del peligro en el que viven día a día.

Por otro lado, otras posibles causas de la inacción de los ciudadanos ante un constante peligro que representa el aire contaminado en el que viven pueda estar relacionado con la política del país. Esta relación no fue directamente medida en el presente estudio. Sin embargo, parte de los problemas identificados por los ciudadanos evidencian que el tinte político, la corrupción, la burocracia o la falta de interés por parte de las autoridades por solucionar el problema de la contaminación atmosférica afecta la manera como ellos responden ante el problema. Según Castillo (2017), las autoridades deben de buscar fomentar la comunicación entre gobierno y ciudadanos, motivando de esta manera la retroalimentación positiva. Adicionalmente, los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas (**ANEXO 6E**) justifican que existe la posibilidad de que la falta de decisión política aleje la preocupación de los ciudadanos hacia otros problemas más “importantes” relacionados con problemas íntegramente socioeconómicos.

Es importante que esta situación sea atendida. En tal sentido, el gobierno y las autoridades deben dar el primer paso en construir instituciones sólidas y dedicadas a no solo gestionar la calidad del aire sino a intensificar la preocupación y el peligro que esta representa para nuestra sociedad. El estado debe propiciar un ciclo de buenas prácticas en donde incluya la voz y oídos del pueblo dentro de su gestión, para maximizar así su alcance y cumplimiento de objetivos en cada distrito y urbanización de Lima Metropolitana.

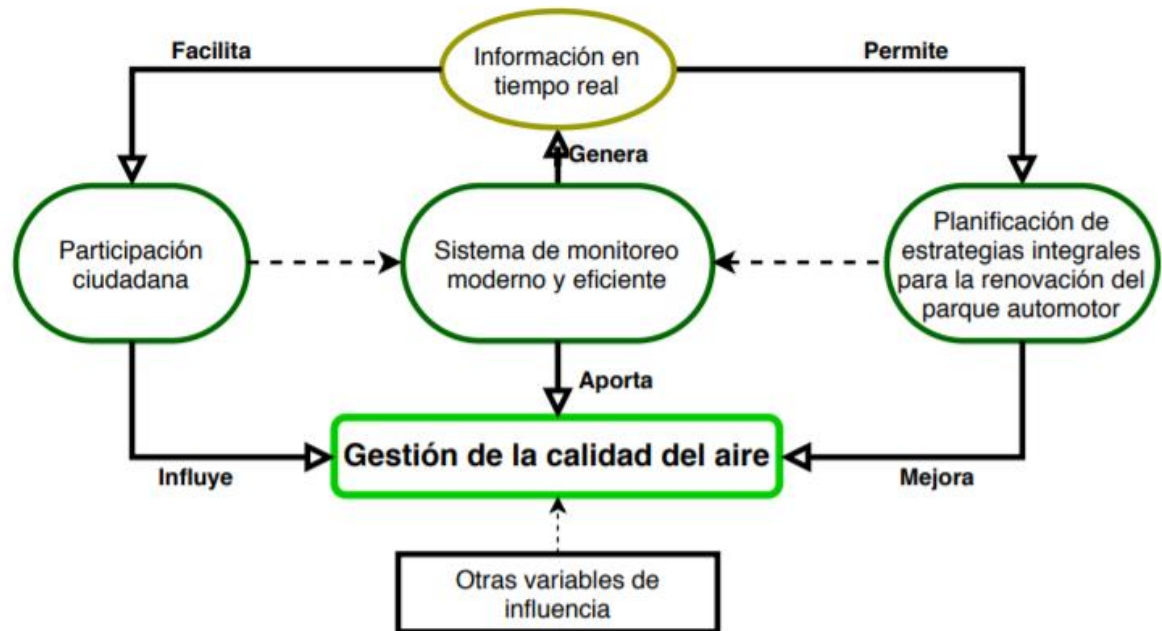
5.3.3 Modelo de interacciones producto del análisis de los resultados

Del análisis realizado en la presente investigación se desprende la **Figura 10**. En esta se pueden observar las potenciales relaciones que existen entre las variables estudiadas. Se resalta la importancia de la generación de información de calidad (limpia) y en tiempo real no solo para la toma de decisiones a través de autoridades estatales, sino también importante para las tomas de decisiones individuales de cada ciudadano. Así mismo, podemos observar en la Figura 10 que se plantea una relación en menor grado (líneas punteadas) de retroalimentación por parte del planteamiento de estrategias y la participación ciudadana hacia el sistema de monitoreo. Este argumento propone una respuesta cíclica de retroalimentación donde las tres variables se encuentren en constante mejora para afinar y mejorar el proceso de gestión de la calidad del aire.

En efecto, el impacto de las tres variables a la gestión de la calidad del aire se puede visualizar directamente en la Figura 10, maximizando su gestión. Dado a que la Figura 10, representa una propuesta hipotética del presente estudio, se ha considerado en la parte baja de la figura la influencia de otras variables que puedan estar influyendo la gestión de calidad del aire en diferentes magnitudes. Entre estas quizá podamos encontrar a la desvinculación política con temas ambientales, la ausencia de una hoja de ruta a largo plazo para disminuir las altas concentraciones de MP, falta de presupuesto para implementar estrategias, importancia de otros problemas ambientales y/o sociales de mayor importancia para la sociedad, entre otros.

Figura 11.

Propuesta de esquema de interacciones entre las variables de estudio.



Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La presente tesis doctoral ha concluido para cada una de sus hipótesis específicas, los siguiente:

CE1: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está asociada a la eficiencia del sistema de monitoreo de material particulado con un nivel de confianza del 95%.

CE2: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está asociada a la falta de un plan integral de estrategias para renovar y/o minimizar el uso de vehículos altamente contaminantes con un nivel de confianza del 95%.

CE3: La eficiencia de la gestión de la calidad del aire está asociada a la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire con un nivel de confianza del 95%.

CE4: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire es independiente (o no se encuentra asociada) del conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud con un nivel de confianza del 95%.

CE5: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire se encuentra asociada a la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana con un nivel de confianza del 95%.

CE6: La ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire es independiente (o no se encuentra asociada) al nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos los ciudadanos con un nivel de confianza del 95%.

El contraste de hipótesis significativo de las 3 primeras hipótesis específicas nos permiten concluir que la hipótesis general de la presente tesis es aceptada. En este sentido, se evidencia que la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana está asociada a las tres variables específicas planteadas, las cuales son (a) un sistema de monitoreo ineficiente, (b) la ausencia de un plan integral de estrategias para mejorar el parque automotor contaminante y (c) la falta de participación ciudadana para incentivar el cambio de la actual gestión.

De los resultados se concluye que el sistema de monitoreo de material particulado afecta directamente su gestión. En este sentido, es imprescindible en los próximos años fortalecerlo y mejorarlo ya que sin información sólida y robusta el avance que se pueda tener en la gestión de la calidad del aire será lento e ineficiente. Específicamente, la variable “ausencia de un plan integral de estrategias” es condicionado por un sistema de monitoreo precario. La falta de una hoja de ruta y plan de acción para retirar y/o controlar el número de automóviles contaminantes en Lima Metropolitana es difícil de llevar a cabo sin información de calidad y en tiempo real, que no solo permitan generar estrategias, sino de corregirlas constantemente para mejorar la eficiencia en la gestión.

Por su parte, la participación ciudadana es un tema complejo que se puede ser explicado por diferentes interacciones tanto sociales, como desde las ciencias del comportamiento humano que quizás deslindan un poco del objetivo de esta tesis. El presente estudio ha demostrado que la falta de participación esta significativamente asociada con la gestión de la calidad del aire. Buscando responder a los motivos de esta falta de participación, solo la variable solo la variable información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana esta significativamente asociada (conclusión específica

numero 5). Sin embargo, es importante poner énfasis en comprender como los Es preocupante encontrar que el conocimiento (variable testeada en la hipótesis específica 4) y la exposición al material particulado (variable testeada en la hipótesis específica 6) no se encuentren asociadas a la participación ciudadana.

Es importante remarcar que el presente estudio se centró en estudiar la relación de tres problemas específicos que han sido mencionadas en esta investigación como relevantes en la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana. Sin embargo, esto no suprime que existan otras variables que estén afectando a la gestión de la calidad del aire. Es necesario también enfatizar que el problema de la gestión del aire no puede ser solucionado desde un solo punto de vista y que la identificación, así como el tratamiento de las múltiples variables que participan en su detrimento, tienen que ser estudiadas y controladas desde una visión holística.

En tal sentido, el presente estudio aboga por la implementación de una política pública que apunte a solucionar principalmente los tres problemas identificados. La política pública debe ser generada mediante el dialogo e intercambio de las distintas entidades del gobierno y potencialmente implementada por un nuevo equipo encargado principalmente en disminuir las concentraciones de material particulado y otros contaminantes del aire presentes no solo en la capital limeña sino a nivel nacional. La necesidad de dicha política pública es necesaria para articular tanto los actores directos e indirectos y promover una hoja de ruta a corto y largo plazo que permita establecer objetivos e hitos tanto ambiciosos como logrables y se centre principalmente en implementar un sistema de monitoreo en tiempo real y moderno que pueda ser base de cualquier gestión o estrategia.

RECOMENDACIONES

Como parte del estudio realizados se desprenden varias recomendaciones para posteriores investigaciones y estudios de la gestión de la calidad del aire. A continuación, se enumerarán las recomendaciones, sin un orden particular de importancia.

- 1) El análisis realizado identifico y planteo la relación entre 3 problemas principales que afectan la gestión de la calidad del aire. El hecho de que se haya demostrado su efecto directo en la gestión no implica que no existan otras variables que puedan estar influyendo la gestión de calidad del aire en una menor o mayor magnitud. Es importante en dicho sentido identificar y evaluar la influencia de otras variables en futuras investigaciones. Incluso es posible desmembrar las variables del presente estudio en variables más específicas para poder así facilitar el control del todo el proceso.
- 2) La presente investigación ha demostrado y sentado las bases de las relaciones existentes entre las variables de estudio con la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana. Este primer avance en comprobar dicha relación a través de pruebas estadísticas es sin duda un soporte teórico y científico para futuras investigaciones. Sin embargo, las pruebas estadísticas utilizadas en la presente investigación fueron de corte exploratorio y específicamente se utilizaron pruebas no paramétricas que nos impiden medir con exactitud la magnitud en la que cada variable afecta a la gestión de la calidad del aire. En este sentido es recomendable en posteriores investigaciones elaborar una metodología que se base en pruebas estadísticas que tengan como objetivo evidencias las causalidades entre variables y la importancia de cada una en el proceso.

- 3) Una recomendación para tomar en cuenta para futuras investigaciones es la metodología utilizada para el muestreo de ciudadanos. El presente estudio se vio limitado por dos realidades (presupuesto y la pandemia COVID-19 en el 2020) para estratificar las encuestas dirigidas a los ciudadanos por sectores de Lima Metropolitana. Se evidencio una mayor frecuencia de respuesta a las encuestas de las zonas centrales de Lima, teniendo como resultado un potencial sesgo al no tomar las zonas más aledas del centro de la Capital. Es recomendable realizar las encuestas de manera que se puedan obtener un mínimo número de encuestados por sectores como por ejemplo Lima Este, Norte, Sur y Centro. Seria así mismo realizar estas encuestas de manera física para reducir el sesgo generado por la ausencia de conectividad al internet en varios sectores socioeconómicos que carecen de dicho acceso.
- 4) Se recomienda utilizar la información obtenida en la presente investigación para uso práctico o científico en la creación de políticas públicas que puedan ordenar y establecer una hoja de ruta para mejorar la gestión de calidad del aire. De los resultados y análisis realizados se propone en primer lugar que el gobierno oriente sus fuerzas para la creación de un organismos único, independiente y autónomo que se encargue de articular la gestión de calidad del aire a nivel de Lima Metropolitana y en un posterior paso a nivel nacional. Así mismo, es indispensable que la creación de cualquier política pública tenga conocimiento de los flujogramas de acción de cada actor del estado. En este sentido se debería delimitar que responsabilidades y funciones cumplen los ministerios, los entes fiscalizadores, las municipalidades y organizarlos de tal manera que complementen su trabajo en sinergia. Por

último, es importante dirigir esfuerzos tanto económicos como de capacidad técnica a implementar un sistema de monitoreo moderno y a gran escala a nivel de Lima Metropolitana. Del análisis desplegado, queda claro que sin información disponible de buena calidad y en tiempo real, la toma de decisiones y accionar de las autoridades se verá disminuido. Es urgente renovar y modernizar todo el sistema de monitoreo de calidad del aire, aumentar el número de estaciones (tal cual lo establece el nuevo protocolo de calidad del aire mediante el D.S.N°010-2019-MINAM, 2019) y conectarlo a nuevos sistemas en la nube para el manejo de datos en tiempo real.

- 5) De varios de los resultados obtenidos (encuestas y entrevistas) se puede inferir que el sistema político del país influye de manera significativa en la gestión de la calidad del aire. En tal sentido se recomienda tomar en consideración esta variable de estudio en posteriores estudios. Sin embargo, el dinamismo y versatilidad del sistema político son difíciles de estudiar, por que tendrían que tomarse en cuenta varias variables. Se recomienda en este sentido generar un modelo multivariado en donde se estudie todas las potenciales variables de impacto a la gestión de la calidad del aire.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abu-Allaban, M., Lowenthal, D. H., Gertler, A. W., & Labib, M. (2007). Sources of PM10 and PM2.5 in Cairo's ambient air. *Environmental Monitoring and Assessment*, 133(1–3), 417–425. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9596-8>
- Acosta, C. (2018). *Antigüedad promedio del parque automotor en Lima bordea los 11 años*. <https://www.nitro.pe/el-urbano/antigüedad-promedio-del-parque-automotor-en-lima-bordea-los-11-anos.html>
- Aguilar Astorga, C. R. (2017). *Evaluación de políticas públicas, una aproximación* (R. Ocaranza Bastida (ed.); Primera ed). Universidad Autónoma Metropolitana. www.ler.uam.mx
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017). *Guía para la formulación e implementación de políticas públicas del distrito*.
- Almeida, R., Scatena, L. M. L., & Da-Luz, M. S. (2017). Environmental Perception and Public Policies - Dichotomy and Challenges to the Development of a Sustainability Culture. *Ambiente & Sociedade*, 20(1), 43–64. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20150004r1v2012017>
- Aramayo, A. (2012). Percepción de la contaminación atmosférica en Lima: contraste entre la avenida Abancay y El Olivar de San Isidro. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 15(30), 131–140.
- Atkinson, C. L. (2014). Public policy processes and the environment: Implications for a sustainable future. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 5(4), 457–475. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-12-2013-0056>

- Avis, K. E., & DeLuca, P. P. (2005). *A Particulate Matter in United kingdom*.
<https://doi.org/10.1201/9780203743676-3>
- Baklanov, A., Molina, L. T., & Gauss, M. (2016). Megacities, air quality and climate. *Atmospheric Environment*, 126, 235–249.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.11.059>
- Bansal, G., & Bandivadekar, A. (2013). Overview of India'S Vehicle Emissions Control Program Past Successes and Future Prospects. *International Council on Clean Transportation*, 1–180.
http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_IndiaRetrospective_2013.pdf
- Barnpadimos, I., Nufer, M., Oderbolz, D. C., Keller, J., Aksoyoglu, S., Hueglin, C., Baltensperger, U., & Prévôt, A. S. H. (2011). The weekly cycle of ambient concentrations and traffic emissions of coarse (PM10-PM2.5) atmospheric particles. *Atmospheric Environment*, 45(27), 4580–4590.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.05.068>
- Barnes, J. H., Hayes, E. T., & Longhurst, J. W. (2015). Has UK local government action improved local air quality? A bristol case study. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 198(2), 243–254.
<https://doi.org/10.2495/AIR150201>
- Baum, H. S. (2001). Citizen Participation. En *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 1840–1846). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/04439-9>
- Beattie, C. I., Longhurst, J. W. S., & Woodfield, N. K. (2001). Air quality management: Evolution of policy and practice in the UK as exemplified by the

- experience of English local government. *Atmospheric Environment*, 35(8), 1479–1490. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00311-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00311-3)
- Benavides, R. (2018). *El rol transformador del sector privado para un Perú sostenible, unido y desarrollado*. CONFIEP. <https://www.confiep.org.pe/noticias/actualidad/el-rol-transformador-del-sector-privado-para-un-peru-sostenible-unido-y-desarrollado/>
- Binder, M., Blankenberg, A.-K., & Welsch, H. (2019). La influencia de grupos y en comportamiento pro-ambiental: Panel de evidencia para la prevalencia del rol regional y la diversidad [Peer Influences and Proenvironmental Behavior: Panel Evidence for the Role of Regional Prevalence and Diversity]. *SSRN Electronic Journal*, 367. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3353671>
- Blanco, C. (2011). *Encuestas y estadísticas: Métodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación* (Editorial Brujas (ed.); 1ra Edició).
- Boneti, L. W. (2017). *Políticas públicas por dentro* (Tercera ed). CLACSO. http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20171002015938/Politicasy_publicas_por_dentro.pdf
- Bower, J., Hanninen, O., Kotlik, B., Mucke, H. G., Ozkaynak, H., Tarkowski, S., Krzyzanowski, M., Baumann, R., Bozo, L., Chicherin, S. S., Economopoulos, A., Filliger, P., Guler, C., Hamekoski, K., Larssen, S., De Leeuw, F., Lindskog, A., Ruuskanen, J., Sabiliauskas, R., ... Tonnisen, K. (1999). Monitoring ambient air quality for health impact assessment. *World Health Organization Regional Publications - European Series*, 85.
- Bregaglio Lazarte, R., Constantino Caycho, R., & Chávez Irigoyen, C. (2014). *Políticas públicas con enfoque de derechos humanos en el Perú - El plan*

nacional de derechos humanos y las experiencias de planes regionales en derechos humanos. Konrad Adenauer Stiftung, Instituto de democracia y derechos humanos de la pontifica universidad católica del Perú.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Buelens, B., Burger, J., & van den Brakel, J. (2015). Predictive inference for non-probability samples: a simulation study. *Statistics Netherlands Discussion Paper*, 13(October), 1–46. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4591.3041>

Bulege, W. (2016). Participación ciudadana en la fiscalización ambiental peruana. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 06(02). <https://doi.org/10.18259/acs.2016016>

Cáceres, M. (2016). *Perú Informe de Avance*.

California Air Resources Board. (2016). *Mobiles Source Strategy*.

Canto, M. (2012). *Participación ciudadana en las políticas públicas* (2da ed). Grupo editorial siglo veintiuno. <http://www.eap.df.gob.mx/BBAP/4-Participación Ciudadana.pdf>

Caravedo Molinari, B. (1998). *La responsabilidad social de las empresas privadas en el Perú*. <https://doi.org/10.15381/quipu.v16i31.5212>

Castillo. (2017). El papel de la participación ciudadana en las políticas públicas urbanas, bajo el actual escenario de la gobernanza: reflexiones teóricas. *Revista CS*, 23, 157–180.
http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/revista_cs/article/view/2281

Castillo, M. (2014). *Análisis del Diseño de la Política de la Calidad del Aire de la Municipalidad Metropolitana de Lima: 2010 - 2012* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Castro, E. (2018). *Derecho ambiental y gobernanza: la concertación como actuación informal de la Administración*. Universidad de Medellín.
- Cochran, W. F. (1977). *Sampling Techniques* (3rd Editio). John Wiley & Sons.
- Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao. (2019). *Diagnóstico De La Gestión De La Calidad Ambiental Del Aire De Lima Y Callao*.
- Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao. (2011). *II Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima-Callao (PISA) 2011-2015*.
- CONFIEP. (2019). *Estos son los 10 principios para construir un mundo más sostenible*. <https://www.confiep.org.pe/noticias/pacto-mundial-naciones-unidas-10-principios/>
- Conlan, B., Fraser, A., Vedrenne, M., Tate, J., & Whittles, A. (2016). Evidence review on effectiveness of transport measures in reducing nitrogen dioxide: exploring and appraising proposed measures to tackle air quality. *Department for Environment Food and Rural Affairs, May*. https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat05/1605120947_AQ0959_appendix_1-evidence_review_on_air_quality_effects_of_transport_measures.pdf
- Contreras, M. (2020). *Mónica Abarca, la ingeniera peruana que trabaja para mejorar la calidad del aire en nuestro país*. Diario el Comercio. <https://elcomercio.pe/viu/actitud-viu/monica-abarca-la-ingeniera-peruana-que-trabaja-para-mejorar-la-calidad-del-aire-en-nuestro-pais-entrevista-qaira-startup-drones-contaminacion-noticia/>
- Corona–Zambrano, E. A., & Rojas–Caldelas, R. I. (2009). Calidad del aire y su

- incorporación en la planeación urbana: Mexicali, Baja California, México. *Estudios Fronterizos*, 10(20), 79–102. <https://doi.org/10.21670/ref.2009.20.a03>
- D.L. N°1013. (2008). *Ley de creacion, organizacion y funciones del Ministerio del Ambiente*. Diario Oficial El Peruano.
- D.S.N°002-2009-MINAM. (2009). *Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Informacion Publica Ambiental y Participacion y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales*. Diario Oficial El Peruano.
- D.S.N°003-2017-MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Diario Oficial El Peruano.
- D.S.N°008-2017-SA. (2017). *Reglamento de organización y funciones del ministerio de salud*. Diario Oficial El Peruano.
- D.S.N°010-2017-MINAM. (2017). *Límites Máximos Permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores*. Diario Oficial El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/establecen-limites-maximos-permisibles-de-emisiones-atmosfer-decreto-supremo-n-010-2017-minam-1592399-2>
- D.S.N°010-2019-MINAM. (2019). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire*. Diario Oficial El Peruano.
- D.S.N°074-2001-PCM. (2001). *Reglamento De Estandares Nacionales de Calidad del Aire*. Diario Oficial El Peruano.
- de Castro Siqueira, L. (2008). Política ambiental para quem? *Ambiente e Sociedade*, 11(2), 425–437. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2008000200014>

- DECRETO DE URGENCIA N°029-2019. (2019). *Incentivos para el fomento del chatarreo*. Diario Oficial El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-de-urgencia-que-establece-incentivos-para-el-fomento-decreto-de-urgencia-n-029-2019-1838988-1/>
- Decreto Legislativo N°604. (2018). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*.
- Department for Environment Food & Rural Affairs. (2019). *Clean Aire Strategy 2019*.
- Díaz, A. (2017). Participación ciudadana en la gestión y en las políticas públicas. *Gestión y política pública*, 26(2), 341–379. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792017000200341
- Engel-Cox, J., Kim Oanh, N. T., van Donkelaar, A., Martin, R. V., & Zell, E. (2013). Toward the next generation of air quality monitoring: Particulate Matter. *Atmospheric Environment*, 80, 584–590. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.08.016>
- EPA. (2020). *Conceptos basicos del material particulado*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances en Medición*, 6(September), 27–36.

- Fávero, L., & Belfiore, P. (2018). *Data science for business and decision making*. Academic Press Inc.
- Ferri-García, R., Castro-Martín, L., & Rueda, M. del M. (2020). Evaluating Machine Learning methods for estimation in online surveys with superpopulation modeling. *Mathematics and Computers in Simulation*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2020.03.005>
- Font, A., & Fuller, G. W. (2016). Did policies to abate atmospheric emissions from traffic have a positive effect in London? *Environmental Pollution*, 218, 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.026>
- Fuenmayor, J. (2014). Política pública en América Latina en un contexto neoliberal: Una revisión crítica de sus enfoques, teorías y modelos. *Revista de epistemología de ciencias sociales*, 50(1995), 39–52. www.moebio.uchile.cl/50/fuenmayor.html
- Gabor, M. R. (2007). *Non – probabilistic sampling use in qualitative marketing research. Haphazard sampling. Volunteer sampling. June 2007.* https://www.researchgate.net/publication/260284359_Non_-_probabilistic_sampling_use_in_qualitative_marketing_research_Haphazard_sampling_Volunteer_sampling?fbclid=IwAR1n4ebkdwc6j1PBoIHchMyYvILS8LU50QA-41nJ-WG1AatbRKn7scnj8_c
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, unknown(26), 81–92. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i26.299>
- Gobierno de la República de Mexico. (2017). *Estrategia Nacional de Calidad del Aire - Visión 2017 - 2030*.

- Gómez, A. E. (2017). *Políticos, técnicos y comunidades: Una visión institucionalista del urbanismo social en Medellín*. Universidad EAFIT.
- Gorham, R. (2002). *Air Pollution From Ground Transportation: An Assessment of Causes , Strategies and Tactics , and Proposed Actions for the International Community*.
- Gulia, S., Shiva Nagendra, S. M., Khare, M., & Khanna, I. (2015). Urban air quality management-A review. *Atmospheric Pollution Research*, 6(2), 286–304. <https://doi.org/10.5094/APR.2015.033>
- Gwilliam, K., Kojima, M., & Johnson, T. (2004). *Reducing Air Pollution from Urban Transport*. The International Bank of Reconstruction and Development. <http://www.gtkp.com/themepage.php&themepgid=2>
- Hakan, L. H., Alagha, O., Karaca, F., Tuncel, G., & Eldes, N. (2008). Particulate matter (PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, and PM₁₀) and children's hospital admissions for asthma and respiratory diseases: A bidirectional case-crossover study. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*, 71(8), 512–520. <https://doi.org/10.1080/15287390801907459>
- Hesketh, R., Jones, L., Hinrichs-Krapels, S., Kirk, A., & Johnson, S. (2017). *Air quality improvement initiatives in other cities: A brief review of evidence to inform the Westminster City Council Air Quality Task Group Report prepared in partnership with Westminster City Council. June*. https://www.westminster.gov.uk/sites/www.westminster.gov.uk/files/pollution_report_air_quality_improvement_initiatives.pdf
- Howlett, M. (2019). *Designing Public Policies: Principles and Instruments* (2nd ed.). Taylor and Francis.

- IHME, & Grupo del Banco Mundial. (2016). *El costo de la contaminación atmosférica*, *Resumen*.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25013/108141SPsum.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- IQAir. (2020). *2019 World Air Quality Report, Region and city PM2.5 Ranking*.
<http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/world-air-quality-report-2018.pdf>
- Islam, J., Ferdous, L., & Begum, A. (2014). The Environmental Policies and Issues to Ensure Safe Environment. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Science*, 10(3), 1–9.
- Jithin, J., Srimuruganandam, B., & Nagendra, S. M. S. (2019). Characterization of PM 10 and PM 2.5 Emission Sources at Chennai, India. *Nature Environment and Pollution Technology*, 18(June), 555–562.
- Johnson, T. M., Guttikunda, S., Wells, G. J., Artaxo, P., Bond, T. C., Russell, A. G., Watson, J. G., & West, J. (2011). *Herramientas para mejorar la gestión de la calidad del aire [Tools for Improving Air Quality Management]*.
- Karagulian, F., Belis, C. A., Dora, C. F. C., Prüss-Ustün, A. M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H., & Amann, M. (2015). Contribuciones de material particulado (MP) del aire externo en ciudades: Una revisión de las contribuciones locales a nivel global [Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level]. *Atmospheric Environment*, 120, 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.087>

- Kunugi, Y., Arimura, T. H., Iwata, K., Komatsu, E., & Hirayama, Y. (2018). Cost-efficient strategy for reducing PM 2.5 levels in the Tokyo metropolitan area: An integrated approach with air quality and economic models. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207623>
- Ley N° 17532. (1969). *Ley de creacion del servicio nacional de metereología e hidrología del Perú*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°25789. (1992). *Derogan todas las disposiciones que prohiban o restrinjan la importación de bienes usados*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°26842. (1997). *Ley general de Salud*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°27181. (2012). *Ley general de transporte y transito terrestre*. Diario Oficial El Peruano.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3106.pdf
- Ley N°27806. (2003). *Ley de transparencia y acceso a la informacion pública*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°27972. (2003). *Ley Orgánica de Municipalidades*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°28245. (2004). *Ley marco del sistema nacional de gestion ambiental*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°28611. (2005). *Ley General del ambiente*. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N°29325. (2013). *Ley del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ley N°29370. (2009). *Ley de organización y funciones del ministerio de transportes y comunicaciones*. Diario Oficial El Peruano.

- Li, X., Ma, Y., Wang, Y., Liu, N., & Hong, Y. (2017). Temporal and spatial analyses of particulate matter (PM10 and PM2.5) and its relationship with meteorological parameters over an urban city in northeast China. *Atmospheric Research*, 198(September), 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.08.023>
- Lima Cómo Vamos. (2020). *Los efectos del #COVID19 en la movilidad de Limay y Callao*.
- Ljubimova, J. Y., Braubach, O., Patil, R., Chiechi, A., Tang, J., Galstyan, A., Shatalova, E. S., Kleinman, M. T., Black, K. L., & Holler, E. (2018). Coarse particulate matter (PM2.5-10) in Los Angeles Basin air induces expression of inflammation and cancer biomarkers in rat brains. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23885-3>
- Loayza Maturrano, E. F. (2018). La universidad peruana y el desarrollo nacional: conflictos y posibilidades. *Tierra nuestra*, 12(1), 87. <https://doi.org/10.21704/rtn.v12i1.1271>
- López Jara, A. (2018). Las políticas públicas para promover la gestión ambiental en entidades del cantón Morona. *Revista UNIANDES Episteme*, 5(3), 239–248.
- Martin, P. B. (2005). *Contaminación del Aire por Material Particulado en la Ciudad de Buenos Aires* [Universidad de Buenos Aires]. https://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n3931_Martin.pdf
- Medina Coronado, D. (2018). El rol de las universidades peruanas frente a la investigación y el desarrollo tecnológico. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 703. <https://doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.244>

- MEF. (2014). *Reglamento de organizacion y funciones del ministerio de economía y finanzas*. Modificado por D.S.N°221-2016-EF.
- MINAM. (2014). *Estudio de Morbilidad por Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de las Personas*.
- MINEDU. (2006). *La universidad en el Perú*. <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/321/178>. La universidad en el Perú. Razones para una reforma universitaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mirhosseini, S., Zare, M., Birjandi, M., & Fatehizadeh, A. (2013). Analysis of Particulate matter (PM 10 and PM 2.5) concentration in Khorramabad city. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 2(1), 3. <https://doi.org/10.4103/2277-9183.106635>
- MML. (2020). *Se entregó más de 60 mil dólares a beneficiarios del chatarreo*. Municipalidad de Lima. <http://www.munlima.gob.pe/noticias/item/37952-se-entrego-mas-de-60-mil-dolares-a-beneficiarios-del-chatarreo>
- Mofarrah, A., & Husain, T. (2010). A holistic approach for optimal design of air quality monitoring network expansion in an urban area. *Atmospheric Environment*, 44(3), 432–440. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.07.045>
- Mukherjee, A., & Agrawal, M. (2017). World air particulate matter: sources, distribution and health effects. *Environmental Chemistry Letters*, 15(2), 283–309. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0611-9>

- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2019). *Lima y Callao según sus ciudadanos. Décimo Informe Urbano de Percepción sobre Calidad de Vida de la Ciudad.*
www.limacomovamos.org%0ALima
- N°28611, L. (2005). *Ley General del ambiente.* Diario Oficial El Peruano.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Nabatchi, T. (2012). *A Manager's Guide to Evaluating Citizen Participation. Fostering Transparency and Democracy Series, 52.*
- Naderifar, M., Goli, H., & Ghaljaie, F. (2017). Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research. *Strides in Development of Medical Education, 14*(3). <https://doi.org/10.5812/sdme.67670>
- OECD. (2017). *Strategies for Mitigating Air Pollution in Mexico City.*
<https://doi.org/10.1787/24108871>
- OECD. (2020). *Participación ciudadana innovadora y nuevas instituciones democráticas.*
- OEFA. (2019). *Datos Abiertos: Información sobre nuestra Institución.*
<http://datosabiertos.oefa.gob.pe/dataviews/250325/denuncias-sinada/>
- OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.*
- OMS. (2013). *Health Effects of Particulate Matter, Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and Central Asia.*
<https://doi.org/10.3904/kjm.2016.91.2.106>
- OMS. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease.*

- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacsi Valdivia, S. (2016a). Analisis Temporal y Espacial De La Calidad Del Aire Determinado Por Material Particulado PM10 Y PM2,5 en Lima Metropolitana. *Anales Científicos*, 77(2), 273. <https://doi.org/10.21704/ac.v77i2.699>
- Pacsi Valdivia, S. (2016b). Analisis Temporal y Espacial De La Calidad Del Aire Determinado Por Material Particulado PM10 Y PM2,5 en Lima Metropolitana. *Anales Científicos*, 77(2), 273. <https://doi.org/10.21704/ac.v77i2.699>
- Pacsi Valdivia, S., & Murriel Gonzales, F. A. (2018). Evaluación espaciotemporal del material particulado PM2,5 y su relación con las variables meteorológicas en la Universidad Nacional Agraria La Molina. *Anales Científicos*, 79(2), 334. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.992>
- Paliza, G. (2017). Los Mecanismos de Participación ciudadana en la Fiscalización Ambiental. *Foro Jurídico*, 16, 93–109.
- Pearson, K. (1990). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Philosophical Magazine.*, 5(50), 302.
- PNUD. (2012). *Política Pública una visión panorámica* (L. F. Aguilar Villanueva (ed.); Primera ed). Programa fortalecimiento democrático, embajada de Suecia, observatorio de análisis de políticas públicas.

- Porro Rivadeneira, M. (2008). Responsabilidad social empresarial en el Perú. *Revista e-Mercatoria*, 7(1), 1–14.
- Portney, P. R. (2016). *Public Policies for Environmental Protection*. Taylor and Francis.
- Publimetro. (2020). *Bono de chatarreo: destruyen vehículos con más de veinte años de antigüedad*. Diario Publimetro. <https://publimetro.pe/actualidad/bono-de-chatarreo-destruyen-vehiculos-con-mas-de-veinte-anos-de-antigüedad-fotos-municipalidad-de-lima-nndc-noticia/?ref=pur&foto=9>
- Pulgar Vidal, M. (2010). Responsabilidad social y política ambiental: complementariedades y retos. *Derecho PUCP: Revista de la Facultad de Derecho*, 64, 217–229.
- Qaira. (2020). *Cuarto informe sobre el impacto de la medida de aislamiento obligatorio por Covid-19 en la calidad de aire de Lima Metropolitana*.
- Quarmby, S., Santos, G., & Mathias, M. (2019). *Air quality strategies and technologies: A rapid review of the international evidence*. <https://doi.org/10.3390/su11102757>
- Quintero Burgos, G. (2008). Políticas públicas y el medio ambiente. *Tecnología en Marcha*, 21(1), 141–151.
- R.G.G N°14-2016-MML/IMPL/GG. (2016). *Aprobación del programa de chatarreo vehicular*. Diario Oficial El Peruano.
- R.S.N°768-98-PCM. (1998). *Resolución suprema para creación del comité de gestión iniciativa aire limpio Lima-Callao*. Diario Oficial El Peruano.

- Ramírez-Lozano, J. (2015). La responsabilidad social empresarial: del cumplimiento de la ley a la construcción de un modelo de gestión y una filosofía empresarial y organizacional. *Ius et Praxis*, 0(046), 129. <https://doi.org/10.26439/iusetpraxis2015.n046.668>
- Resolucion de Consejo Directivo N°004-2014-OEFA/CD. (2014). *Aprueba los lineamientos para la formulación, aprobación y evaluación del plan anual de evaluación y fiscalización ambiental*. Diario Oficial El Peruano.
- Rouf, M., Nasiruddin, M., Hossain, A., & Islam, M. (2015). Trend of Particulate Matter PM 2.5 and PM 10 in Dhaka City. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 46(3), 389–398. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v46i3.9049>
- Saavedra, J. (2014). *Análisis de Nuevos Escenarios de Emisión de Contaminantes del Parque Automotor Generados en un Ambiente de Tráfico Vehicular*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sánchez-Soberón, F., Rovira, J., Mari, M., Sierra, J., Nadal, M., Domingo, J. L., & Schuhmacher, M. (2015). Main components and human health risks assessment of PM10, PM2.5, and PM1 in two areas influenced by cement plants. *Atmospheric Environment*, 120, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.020>
- SEGEPLAN. (2015). *Guía para formulación de políticas públicas*.
- SENAMHI. (2020). *Datos obtenidos por comunicacion directa con SENAMHI de concentraciones de MP10 y MP2.5 de los años 2013 al 2018*.

- Shakya, K. M., Peltier, R. E., Shrestha, H., & Byanju, R. M. (2017). Measurements of TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, BC, and PM chemical composition from an urban residential location in Nepal. *Atmospheric Pollution Research*, 8(6), 1123–1131. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.05.002>
- SINIA. (2020). *Calidad del aire en Lima mejoró durante estado de emergencia, según monitoreo sobre partículas contaminantes*. <http://smia.munlima.gob.pe/novedades/calidad-de-aire-en-lima-mejoro-durante-estado-de-emergencia-segun-monitoreo-sobre-particulas-contaminantes>
- Slezakova, K., Reis, M. A., Pereira, M. C., & Alvim-Ferraz, M. C. (2007). Influence of traffic on the elemental composition of PM₁₀ and PM_{2.5} in Oporto region. *Transactions on Ecology and the Environment*, 101. <https://doi.org/10.2495/AIR070061>
- Sofia, D., Giuliano, A., & Gioiella, F. (2018). Air quality monitoring network for tracking pollutants: The case study of salerno city center. *Chemical Engineering Transactions*, 68, 67–72. <https://doi.org/10.3303/CET1868012>
- Sosa, G. (2019). *Transversalidad de la política de la calidad del aire en México* (1ra Ed.). Instituto Mora.
- SUTRAN. (2020). *Reglamento Nacional de Transito*. MTC. <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/Tabla-de-Infracciones-al-Reglamento-Nacional-de-Transito-actualizado-2020.pdf>

- Tapia, V., Carvajal, L., Vanessa, V., Espinoza, R., Vásquez, V. C., Steenland, K., & Gonzales, G. F. (2018). Reordenamiento Vehicular y Contaminación Ambiental por Material Particulado (2,5 y 10), Dióxido de Azufre Y Dióxido de Nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, *35*(2), 190–198. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3250.190>
- Tarazona Alvarez, E. (2019). *La Renovación del Parque Automotor y el Chatarreo Vehicular*.
- Timsal, A., Awais, M., & Shoaib, O. (2016). *On job Training and Its Effectiveness : An Employee Perspective On job Training and Its Effectiveness : An Employee Perspective. January*.
- Tseng, C. C., & Chang, N. Bin. (2001). Assessing relocation strategies of urban air quality monitoring stations by GA-based compromise programming. *Environment International*, *26*(7–8), 523–541. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(01\)00036-8](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(01)00036-8)
- Valverde, J. (2016). Evaluación de la calidad de aire en la intersección de la Av. Universitaria con Panamericana Norte - Los Olivos, Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, *19*(38), 121–124.
- Valverde Medina, G. (2017). *Determinación de la correlación entre PM2.5 y PM10 en el distrito de San Isidro en Lima – Perú, 2016* [Universidad Científica del Sur]. <https://bit.ly/2mnk6ZR>
- Vehovar, V., Toepoel, V., & Steinmetz, S. (2016). Non-probability sampling. En *The Sage Handbook of Survey Methodology* (pp. 327–343).

- Wang, J., Wu, Q., Liu, J., Yang, H., Yin, M., Chen, S., Guo, P., Ren, J., Luo, X., Linghu, W., & Huang, Q. (2019). Vehicle emission and atmospheric pollution in China: problems, progress, and prospects. *PeerJ*, 7, e6932. <https://doi.org/10.7717/peerj.6932>
- Xiao, Y. (2015). *The Experience to Abate Air Pollution - What Lessons can Beijing, China Draw from Developed Countries When Trying to Reduce Emissions?* Uppsala University.
- Yeatts, K., Svendsen, E., Creason, J., Alexis, N., Herbst, M., Scott, J., Kupper, L., Williams, R., Neas, L., Cascio, W., Devlin, R. B., & Peden, D. B. (2007). Coarse particulate matter (PM_{2.5-10}) affects heart rate variability, blood lipids, and circulating eosinophils in adults with asthma. *Environmental Health Perspectives*, 115(5), 709–714. <https://doi.org/10.1289/ehp.9499>

ANEXOS

ANEXO 1. Estructura y preguntas de la encuesta realizada a los expertos involucradas en la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana

1. ¿Qué edad tienes?
2. ¿Cuál es tu género?
 - Mujer
 - Hombre
3. ¿En cuál de las siguientes instituciones trabaja?
 - Elige (Ministerios, municipalidades, OEFA, ONG, Empresa Privada, SENAMHI, DIGESA, Universidad Privada, Universidad Pública, Otro)
4. Cargo que ocupa en su institución:
5. Años de experiencia en su cargo actual
6. Si pertenece a alguna municipalidad de Lima Metropolitana, indique de cual distrito
 - Elige entre los distritos de Lima Metropolitana
7. Del rango propuesto a continuación ¿Con qué valor, según su opinión, califica la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana, con énfasis en las altas concentraciones de material particulado en la que se encuentran los ciudadanos?
 - Si
 - No
8. El sistema de monitoreo de calidad del aire ofrece información regular y representativa en las principales ciudades del mundo, permitiendo adicionalmente general modelamientos y pronósticos de orígenes y transporte de contaminantes. En base a este enunciado, ¿Considera que el sistema de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana permite a las autoridades gestionar la calidad del aire eficientemente?
 - Si
 - No
9. Considerando que el sistema de monitoreo de calidad del aire necesita mejorar en el corto y largo plazo ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?
 - Falta de capacidad técnica para la supervisión y mantenimiento de las estaciones
 - Falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones
 - Falta de un organismo único dedicado a gestionar el monitoreo de la calidad del aire
 - Falta de plan estratégico integrado para la medición de contaminantes
 - Falta de un equipo técnico para el procesamiento y modelado de los datos (pronósticos)
 - Falta de voluntad política
 - Otro

10. La renovación del parque automotor es urgente en Lima Metropolitana para disminuir en material particulado ¿Considera usted que existe actualmente un plan integral de estrategias (es decir, un plan que no solo se base en la fiscalización, sino en la renovación de un sistema de transporte, fomento de uso de bicicleta, construcción de ciclovías, motivar el uso de combustibles no fósiles, establecimiento de zonas de control de vehículos, programas de chatarreo, etc), que permita una renovación a corto y mediano plazo de los automóviles altamente contaminantes que transitan la ciudad?

- Si
- No

11. Considerando que aún es necesaria la creación e implementación de un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor altamente contaminante ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?

- Falta de articulación entre entidades interesadas, como MTC, MINAM, Municipalidades, entre otros.
- Falta de presupuesto para la implementación de estrategias
- Falta de normativa y leyes que lo permitan
- Sistema de monitoreo ineficiente que no permite planificar estrategias en base a la información
- Falta de decisión política
- Falta de capacidad técnica y científica en las instituciones actuales
- Falta de capacidad de gestión de las autoridades actuales
- Otro

12. Nombres y Apellidos

13. Correo electrónico

ANEXO 2. Estructura y preguntas de la encuesta realizada para tomar la percepción de los ciudadanos de Lima Metropolitana.

1. ¿Qué edad tienes?

- 18 a 24
- 25 a 34
- 35 a 44
- 45 a 54
- 55 a 64
- 65+

2. ¿Cuál es tu género?

- Mujer
- Hombre

3. ¿En qué distrito reside?

- Elige entre los distritos de Lima Metropolitana

4. El polvo fino, también conocido como material particulado que se encuentra suspendido en el aire y es dañino para su salud ¿Tiene conocimiento de este peligro?

- Sí
- No

5. ¿Conoce cuál es la concentración de polvo fino en su distrito?

- Sí
- No

6. ¿Sabe que la principal fuente de polvo fino proviene del parque automotor?

- Sí
- No

7. ¿Siente usted que las autoridades realizan las acciones necesarias para mantener un aire limpio en Lima Metropolitana?

- Sí
- No

8. ¿Ha realizado algún reclamo y/o denuncia ambiental (específicamente sobre la calidad del aire) a las autoridades competentes?

- Sí
- No

9. ¿Cuál sería la principal razón por la cual no realizaría una denuncia ambiental?

No estaba informado de que podía realizar estas denuncias ambientales

- A las autoridades no les importa mi reclamo y/o denuncia
- No tengo tiempo y el proceso es burocrático
- No tengo información para realizar las denuncias
- No es de mi interés
- Otro

10. Pregunta opcional: Escriba en una palabra cómo describe la calidad del aire en Lima Metropolitana.

ANEXO 3. Resultado de Juicio de Experto de validación de encuestas. Evaluación de dos expertos de la gestión de la calidad del aire.

Experto Numero 1:

Evaluación de encuestas por Juicio de Expertos (entregado a los jueces expertos)

Respetado juez,

Usted ha sido seleccionado para evaluar el Instrumento “*Encuestas de percepción a nivel de expertos y ciudadana sobre la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana*” que hace parte de la investigación “*Análisis de los problemas de la gestión de la calidad del aire debido a la contaminación de material particulado proveniente de las emisiones del parque automotor en lima metropolitana e identificación de variables para su mejora*”. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y apellidos del juez:

Fernando Martín Mejía Vargas

Formación académica:

Mg.Sc Agroecología con Mención en Gestión Ambiental

Áreas de experiencia profesional:

Gestión Ambiental, Áreas Naturales Protegidas, Gestión Forestal y Fauna Silvestre, Gestión de Recursos Hídricos y Gestión Municipal, así como en proyectos de cooperación internacional para el desarrollo orientados a impulsar el uso sostenible de los recursos naturales.

Cargo actual:

Gerente Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental

Institución:

Municipalidad Distrital de Villa el Salvador

Objetivos:

- Objetivo de la investigación: Determinar si la eficiencia de la gestión de la calidad del aire es influenciada negativamente por los problemas evidenciados del sistema de monitoreo, la falta de un plan integral para la renovación y minimización del uso de automóviles contaminantes y la ausencia de participación ciudadana.
- Objetivos específicos de la investigación:
 - 1) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la eficiencia del sistema de monitoreo del material particulado.

- 2) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de calidad del aire y un tipo de problema específico evidenciado del sistema de monitoreo.
- 3) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la falta de un plan integral de estrategias para renovar y/o minimizar el uso de vehículos altamente contaminantes.
- 4) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de calidad del aire y un tipo de problema específico que obstaculiza la creación e implementación de un plan integral de estrategias para renovar y/o minimizar el uso de vehículos altamente contaminantes.
- 5) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.
- 6) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.
- 7) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.
- 8) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.

La siguiente tabla presenta las categorías a evaluar, su calificación y la definición de cada una de estas. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<p>SUFICIENCIA</p> <p>Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.</p>	<p>1.No cumple con el criterio</p> <p>2.Bajo Nivel</p> <p>3.Moderado nivel</p> <p>4.Alto nivel</p>	<p>1.Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.</p> <p>2.Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total</p> <p>3.Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.</p> <p>4.Los ítems son suficientes</p>
<p>CLARIDAD</p> <p>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.</p>	<p>1.No cumple con el criterio</p> <p>2.Bajo Nivel</p> <p>3. Moderado nivel</p> <p>4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem no es claro</p> <p>2.El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.</p> <p>3.Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.</p> <p>4.El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada</p>
<p>COHERENCIA</p> <p>El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que esta midiendo.</p>	<p>1.No cumple con el criterio</p> <p>2.Bajo Nivel</p> <p>3.Moderado nivel</p> <p>4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem no tiene relación lógica con la dimensión</p> <p>2.El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.</p> <p>3.El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.</p> <p>4.El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.</p>
<p>RELEVANCIA</p> <p>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.</p>	<p>1.No cumple con el criterio</p> <p>2.Bajo Nivel</p> <p>3.Moderado nivel</p> <p>4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión</p> <p>2.El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este.</p> <p>3.El ítem es relativamente importante.</p> <p>4.El ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>

Con ayuda de la tabla anterior, evalúe las siguientes dos encuestas:

1) Encuesta dirigida a público experto en la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana:

DIMENSION (preguntas)	ITEM (alternativas)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	RELEVANCIA	COHERENCIA	OBSEVACIONES
Nombre y Apellidos	Datos personales del encuestado	4	4	4	4	
¿En cuál de las siguientes instituciones trabaja?	Elige (Ministerios, municipalidades, OEFA, ONG, Empresa Privada, SENAMHI, DIGESA, Universidad Privada, Universidad Pública, Otro)	4	4	4	4	
Cargo que ocupa en su institución	Datos personales del encuestado	4	4	3	3	
Años de experiencia en su cargo actual	Datos personales del encuestado	4	4	3	3	
Si pertenece a alguna municipalidad de Lima Metropolitana, indique de cual distrito	Elige distrito de Lima Metropolitana	4	4	3	4	
Del rango propuesto a continuación ¿Con qué valor, según su opinión, califica la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana, con énfasis en las altas concentraciones de material particulado en la que se encuentran los ciudadanos?	Rango del 1 a 5 (Siendo 1: Muy mala y 5: Muy Buena)	4	4	4	4	
El sistema de monitoreo de calidad del aire ofrece información regular y representativa en las principales ciudades del mundo, permitiendo adicionalmente general modelamientos y pronósticos de orígenes y transporte de contaminantes. En base a este enunciado, ¿Considera que el sistema de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana permite a las autoridades gestionar la calidad del aire eficientemente?	Variable dicotómica (Si / No)	3	4	4	4	
¿Considerando que el sistema de monitoreo de calidad del aire necesita mejorar en el corto y largo plazo ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?	Falta de capacidad técnica para la supervisión y mantenimiento de las estaciones	4	4	4	4	
	Falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones	4	4	4	4	
	Falta de un organismo único dedicado a gestionar el monitoreo de la calidad del aire	4	4	3	4	
	Falta de plan estratégico integrado para la medición de contaminantes	4	3	4	3	

	Falta de un equipo técnico para el procesamiento y modelado de los datos (pronósticos)	4	4	4	4	
	Falta de voluntad política	4	3	3	3	
	Otro	3	3	3	3	
La renovación del parque automotor es urgente en Lima Metropolitana para disminuir en material particulado ¿Considera usted que existe actualmente un plan integral de estrategias (es decir, un plan que no solo se base en la fiscalización, sino en la renovación de un sistema de transporte, fomento de uso de bicicleta, construcción de ciclovías, motivar el uso de combustibles no fósiles, establecimiento de zonas de control de vehículos, programas de chatarreo, etc.), que permita una renovación a corto y mediano plazo de los automóviles altamente contaminantes que transitan la ciudad?	Variable dicotómica (Si / No)	3	4	4	4	
Considerando que aún es necesaria la creación e implementación de un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor altamente contaminante ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?	Falta de articulación entre entidades interesadas, como MTC, MINAM, Municipalidades, entre otros	4	4	4	4	
	Falta de presupuesto para la implementación de estrategias	4	3	4	3	
	Falta de normativa y leyes que lo permitan	4	4	4	4	
	Sistema de monitoreo ineficiente que no permite planificar estrategias en base a la información	4	4	4	4	
	Falta de decisión política	4	4	3	4	
	Falta de capacidad técnica y científica en las instituciones actuales	4	4	4	4	
	Falta de capacidad de gestión de las autoridades actuales	4	4	3	3	
	Otro	4	4	3	3	

2) Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana a evaluar por el Juez:

DIMENSION (preguntas)	ITEM (alternativas)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	RELEVANCIA	COHERENCIA	OBSEVACIONES
Edad	Datos personales del encuestado	4	4	4	4	
Sexo	Datos personales del encuestado	4	4	3	4	
Distrito donde vive	La encuesta elige su distrito	4	4	4	4	
El polvo fino, también conocido como material particulado que se encuentra suspendido en el aire y es dañino para su salud ¿Tiene conocimiento de este peligro?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4	
¿Conoce cuál es la concentración de polvo fino en su distrito?	Variable dicotómica (Si / No)	4	3	4	4	
¿Sabe que la principal fuente de polvo fino proviene del parque automotor?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	3	3	
¿Siente usted que las autoridades realizan las acciones necesarias para mantener un aire limpio en Lima Metropolitana?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4	
¿Ha realizado algún reclamo y/o denuncia ambiental (específicamente sobre la calidad del aire) a las autoridades competentes?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4	
¿Cuál sería la principal razón por las cual no realizaría una denuncia ambiental?	No estaba informado de que podía realizar estas denuncias ambientales	4	3	4	4	
	A las autoridades no les importa mi reclamo y/o denuncia	4	3	3	4	
	No tengo tiempo y el proceso es burocrático	4	4	3	4	
	No tengo información para realizar las denuncias	4	4	4	4	
	No es de mi interés	4	3	3	4	
	Otro	4	3	3	3	

Lima, 16 de Julio de 2020.

Participo: Fernando Martín Mejía Vargas

DNI: 21549585

Experto Numero 2:

Evaluación de encuestas por Juicio de Expertos (entregado a los jueces expertos)

Respetado juez,

Usted ha sido seleccionado para evaluar el Instrumento “*Encuestas de percepción a nivel de expertos y ciudadana sobre la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana*” que hace parte de la investigación “*Análisis de los problemas de la gestión de la calidad del aire debido a la contaminación de material particulado proveniente de las emisiones del parque automotor en lima metropolitana e identificación de variables para su mejora*”. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y apellidos del juez:

Juan Gabriel Pillco Gálvez

Formación académica:

Ingeniería Geográfica

Áreas de experiencia profesional:

Proyectos Ambientales

Cargo actual:

Coordinador técnico del Programa de recuperación de áreas Degradadas por Residuos Sólidos.

Institución:

Ministerio del Ambiente - Unidad Ejecutora gestión Integral de la Calidad Ambiental.

Objetivos:

- Objetivo de la investigación: Determinar si la eficiencia de la gestión de la calidad del aire es influenciada negativamente por los problemas evidenciados del sistema de monitoreo, la falta de un plan integral para la renovación y minimización del uso de automóviles contaminantes y la ausencia de participación ciudadana.
- Objetivos específicos de la investigación:
 - 9) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la eficiencia del sistema de monitoreo del material particulado.
 - 10) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de calidad del aire y un tipo de problema específico evidenciado del sistema de monitoreo.

- 11) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la falta de un plan integral de estrategias para renovar y/o minimizar el uso de vehículos altamente contaminantes.
 - 12) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de calidad del aire y un tipo de problema específico que obstaculiza la creación e implementación de un plan integral de estrategias para renovar y/o minimizar el uso de vehículos altamente contaminantes.
 - 13) Determinar si existe relación entre la eficiencia de la gestión de la calidad de aire y la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire.
 - 14) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el conocimiento que tienen los ciudadanos sobre el peligro que representa MP para su salud.
 - 15) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y la información disponible sobre las concentraciones de material particulado en Lima Metropolitana.
 - 16) Determinar si existe relación entre la ausencia de participación ciudadana para la mejora de la calidad del aire y el nivel de contaminación de material particulado al que están expuestos.
- **Objetivo del juicio de expertos:** Validar que las preguntas de la encuesta puedan recolectar la información suficiente para determinar la asociación expuesta en el objetivo de la investigación.

La siguiente tabla presenta las categorías a evaluar, su calificación y la definición de cada una de estas. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<p>SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.</p>	<p>1.No cumple con el criterio 2.Bajo Nivel 3.Moderado nivel 4.Alto nivel</p>	<p>1.Los ítems no son suficientes para medir la dimensión. 2.Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total 3.Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente. 4.Los ítems son suficientes</p>
<p>CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.</p>	<p>1.No cumple con el criterio 2.Bajo Nivel 3. Moderado nivel 4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem no es claro 2.El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas. 3.Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem. 4.El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada</p>
<p>COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que esta midiendo.</p>	<p>1.No cumple con el criterio 2.Bajo Nivel 3.Moderado nivel 4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem no tiene relación lógica con la dimensión 2.El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión. 3.El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo. 4.El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.</p>
<p>RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.</p>	<p>1.No cumple con el criterio 2.Bajo Nivel 3.Moderado nivel 4.Alto nivel</p>	<p>1.El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión 2.El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este. 3.El ítem es relativamente importante. 4.El ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>

Con ayuda de la tabla anterior, evalúe las siguientes dos encuestas:

1) Encuesta dirigida a público experto en la gestión de la calidad del aire de Lima Metropolitana:

DIMENSION (preguntas)	ITEM (alternativas)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	RELEVANCIA	COHERENCIA
Nombre y Apellidos	Datos personales del encuestado	4	4	4	3
¿En cuál de las siguientes instituciones trabaja?	Elige (Ministerios, municipalidades, OEFA, ONG, Empresa Privada, SENAMHI, DIGESA, Universidad Privada, Universidad Pública, Otro)	4	4	4	4
Cargo que ocupa en su institución	Datos personales del encuestado	4	4	3	4
Años de experiencia en su cargo actual	Datos personales del encuestado	4	4	3	4
Si pertenece a alguna municipalidad de Lima Metropolitana, indique de cual distrito	Elige distrito de Lima Metropolitana	4	4	4	4
Del rango propuesto a continuación ¿Con qué valor, según su opinión, califica la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana, con énfasis en las altas concentraciones de material particulado en la que se encuentran los ciudadanos?	Rango del 1 a 5 (Siendo 1: Muy mala y 5: Muy Buena)	4	4	4	4
El sistema de monitoreo de calidad del aire ofrece información regular y representativa en las principales ciudades del mundo, permitiendo adicionalmente general modelamientos y pronósticos de orígenes y transporte de contaminantes. En base a este enunciado, ¿Considera que el sistema de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana permite a las autoridades gestionar la calidad del aire eficientemente?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Considerando que el sistema de monitoreo de calidad del aire necesita mejorar en el corto y largo plazo ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?	Falta de capacidad técnica para la supervisión y mantenimiento de las estaciones	4	4	4	4
	Falta de presupuesto para el mantenimiento e instalación de nuevas estaciones	4	4	3	4
	Falta de un organismo único dedicado a gestionar el monitoreo de la calidad del aire	4	4	4	4
	Falta de plan estratégico integrado para la medición de contaminantes	4	4	3	3
	Falta de un equipo técnico para el procesamiento y modelado de los datos (pronósticos)	4	4	4	4
	Falta de voluntad política	4	4	3	3
	Otro	3	3	3	4

<p>La renovación del parque automotor es urgente en Lima Metropolitana para disminuir en material particulado ¿Considera usted que existe actualmente un plan integral de estrategias (es decir, un plan que no solo se base en la fiscalización, sino en la renovación de un sistema de transporte, fomento de uso de bicicleta, construcción de ciclovías, motivar el uso de combustibles no fósiles, establecimiento de zonas de control de vehículos, programas de chatarreo, etc.), que permita una renovación a corto y mediano plazo de los automóviles altamente contaminantes que transitan la ciudad?</p>	<p>Variable dicotómica (Si / No)</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
<p>Considerando que aún es necesaria la creación e implementación de un plan integral de estrategias para la renovación del parque automotor altamente contaminante ¿Cuál de las siguientes alternativas considera usted que es el principal problema que impide llegar a este escenario?</p>	<p>Falta de articulación entre entidades interesadas, como MTC, MINAM, Municipalidades, entre otros</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
	<p>Falta de presupuesto para la implementación de estrategias</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
	<p>Falta de normativa y leyes que lo permitan</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
	<p>Sistema de monitoreo ineficiente que no permite planificar estrategias en base a la información</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
	<p>Falta de decisión política</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
	<p>Falta de capacidad técnica y científica en las instituciones actuales</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
	<p>Falta de capacidad de gestión de las autoridades actuales</p>	<p>4</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
	<p>Otro</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>4</p>

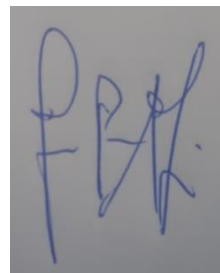
2) Encuesta dirigida a ciudadanos de Lima Metropolitana a evaluar por el Juez:

DIMENSION (preguntas)	ITEM (alternativas)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	RELEVANCIA	COHERENCIA
Edad	Datos personales del encuestado	4	4	4	4
Sexo	Datos personales del encuestado	4	4	3	4
Distrito donde vive	La encuesta elige su distrito	4	4	4	4
El polvo fino, también conocido como material particulado que se encuentra suspendido en el aire y es dañino para su salud ¿Tiene conocimiento de este peligro?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Conoce cuál es la concentración de polvo fino en su distrito?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Sabe que la principal fuente de polvo fino proviene del parque automotor?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Siente usted que las autoridades realizan las acciones necesarias para mantener un aire limpio en Lima Metropolitana?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Ha realizado algún reclamo y/o denuncia ambiental (específicamente sobre la calidad del aire) a las autoridades competentes?	Variable dicotómica (Si / No)	4	4	4	4
¿Cuál sería la principal razón por la cual no realizaría una denuncia ambiental?	No estaba informado de que podía realizar estas denuncias ambientales	4	4	4	4
	A las autoridades no les importa mi reclamo y/o denuncia	4	4	4	4
	No tengo tiempo y el proceso es burocrático	4	4	3	4
	No tengo información para realizar las denuncias	4	4	4	4
	No es de mi interés	4	4	3	4
	Otro	4	4	3	3

Lima, 24 de Julio del 2020.

Participo: Juan Gabriel Pillco Gálvez

DNI: 08156509



ANEXO 4. Resultados de evaluación de valides de encuesta por Juicio de Expertos.

De acuerdo con la metodología evidenciada por Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008) para estimar confiabilidad del juicio de expertos, se mide el grado de acuerdo entre ellos. Al ser este valor alto, se verifica la concordancia entre los expertos y la validez de las encuestas evaluadas. Siguiendo esta metodología se utilizó el estadístico de Kappa para su evaluación (usado generalmente para datos nominales), el cual tiene un rango de valores de -1 a 1. El valor de 1 indica el acuerdo perfecto entre los evaluadores, 0 que el acuerdo no es mayor a lo esperado por el azar y -1 que el acuerdo es inferior al esperado por el azar. Respecto al coeficiente de Kappa, las hipótesis se establecen de la siguiente manera:

Ho: El grado de acuerdo es 0, es decir no hay acuerdo

H1: Existe un acuerdo significativo entre los evaluadores ($K > 0$)

Los resultados de los jueces experto que participaron se pueden ver en la siguiente tabla (fueron evaluados usando el software de programación R):

Los resultados de la evaluación juicio de experto dirigida a publico experto:

Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted). Resultado obtenido con el paquete "irr" del programa R.

Ítems analizados = 92

Evaluadores = 2

Valor de coeficiente Kappa obtenido = 0.391

Estadístico de contraste (z) = 3.91

p-valor = 9.14e-05

Teniendo en consideración un nivel de significancia del 0.05 se rechaza la hipótesis nula (p-valor menor a nivel de significancia). Es decir, que existe

acuerdo significativo entre los jueces expertos de la encuesta evaluada. El valor de acuerdo es igual a 0.391.

Los resultados de la evaluación juicio de experto dirigida a los ciudadanos:

Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted). Resultado obtenido con el paquete "irr" del programa R.

Ítems analizados = 56

Evaluadores = 2

Valor de coeficiente Kappa obtenido = 0.362

Estadístico de contraste (z) = 3.15

p-valor = 0.00162

Teniendo en consideración un nivel de significancia del 0.05 se rechaza la hipótesis nula (p-valor menor a nivel de significancia). Es decir, que existe acuerdo significativo entre los jueces expertos de la encuesta evaluada. El valor de acuerdo es igual a 0.362

Conclusión:

De los resultados obtenidos podemos concluir que las dos encuestas se encuentran validados por los dos jueces expertos. Es decir que se ha comprobado la capacidad de las preguntas para evaluar las hipótesis planteadas en la presente investigación. Así mismo, la evaluación de los ítems de cada encuesta ha recibido en promedio una nota mayor a 3.74 (el experto número 1, evaluó la primera encuesta con un puntaje promedio de 3.74, y la segunda encuesta con un puntaje promedio de 3.77; mientras que el segundo experto evaluó la primera encuesta con un puntaje promedio de 3.84 y la segunda encuesta con 3.91), siendo 4 (según tabla de calificación), ítems de alto nivel para obtener los objetivos descritos.

ANEXO 5. Preguntas abiertas utilizadas en la entrevista a expertos.

1. ¿Cuál considera usted es el rol y responsabilidad de su institución en la gestión de la calidad del aire?
2. ¿Cómo considera que ha sido llevada la gestión del aire en los últimos 20 años?
3. ¿Cuáles considera que son los principales problemas de la gestión de calidad del aire en Lima Metropolitana?
4. Siendo posiblemente el tema de la gestión del parque automotor uno de los principales causantes de la mala calidad del aire ¿Considera usted que su gestión es solo competencia del ministerio de transporte e instituciones adjuntas a este o va es una responsabilidad compartida entre instituciones?
5. Según las investigaciones realizadas, las municipalidades tienen la responsabilidad de fiscalizar y supervisar los automóviles que no cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos. Sin embargo, esto no ocurre en la actualidad ¿Cuáles considera usted que son las deficiencias en el sistema de fiscalización y supervisión del parque automotor en concordancia con los LMP establecidos?
6. ¿Qué problemas identifica usted en el sistema de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana?
7. ¿Considera usted que el ciudadano de a pie está lo suficientemente informado de los problemas que conlleva las altas concentraciones de MP en la ciudad de Lima Metropolitana? ¿Existen los mecanismos adecuados para denunciar y/o reclamar?
8. ¿Considera usted que existe alguna entidad del estado que lidere o debería liderar la gestión de la calidad del aire?
9. De manera general, cuales considera usted que son las deficiencias más importantes en la gestión de la calidad del aire el Lima Metropolitana y que soluciones propone para solucionarlas.
10. Por último, si considera usted algún punto relevante en la gestión del aire que no ha sido contemplado en las preguntas, escríbalo aquí.

ANEXO 6. Respuesta de las entrevistas realizadas a expertos de la calidad del aire.

Se han agrupado las respuestas en relación a los tres problemas identificados en el presente estudio. A continuación, se ofrecen un resumen detallado de las entrevistas personales mantenidas con los expertos en la materia de calidad del aire que trabajan tanto a nivel estado como empresa privada.

A) El avance en la gestión de la calidad del aire y los problemas identificados

Existen diversas opiniones acerca del avance de la gestión de la calidad del aire en Lima Metropolitana dentro de los entrevistados. Por ejemplo, la representante del MINAM opina que la gestión no ha sido mala ya que se puede ver que la tendencia a disminuir las concentraciones de MP en los últimos 20 años es positiva. Sin embargo, también opina que ha faltado mayor compromiso y se pudo lograr mejores resultados si las normas y gestiones hubiesen sido acompañadas con una decisión política del gobierno del Perú. Por su parte, el representante de la ONG opina *“en los últimos años la administración del aire limpio es especial las relacionadas con el sistema de transporte a sufrido un retroceso”*. Indica que ya no existe un plan de acción desde la desintegración del Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima-Callao (CGCALC).

Los problemas identificados se relacionan con la falta de información para tomar decisiones (monitoreo irregular y deficiente) y el deficiente sistema de fiscalización del parque automotor que no cumple con las exigencias establecidas por lo LMP a emisiones móviles. Estos dos serán tratados al detalle a continuación, seguidos de las opiniones recatadas de los participantes acerca de la función que cumplen los ciudadanos en la gestión de la calidad del aire y sus

conclusiones acerca de las potenciales vías de solución frente a los problemas detectados.

B) Opiniones acerca del monitoreo de la calidad del aire

En este aspecto los representantes de la municipalidad profundizan y hacen hincapié de que no existe información adecuada para que ellos puedan tomar las decisiones eficientes y medidas con base. Esto representa uno de los mayores obstáculos para las municipalidades ya que siendo ellos los actores más cercanos a la implementación de planes de gestión, se sienten de manos atadas, no sabiendo con base a donde apuntar al momento de combatir las altas concentraciones de MP en sus jurisdicciones. Esta situación es acompañada por la opinión realizada por la representante del MINAM la cual dijo que “*no se puede gestionar lo que no se conoce*”.

En respecto al monitoreo de la calidad del aire, el representante del SENAMHI nos brindó mucha información relevante. Corrobora que el SENAMHI cuenta con 10 estaciones de monitoreo en Lima y estas se lograron obtener gracias a un convenio (no especifico el nombre) realizado con el Banco Mundial en el año 2000 por el cual se pudo comenzar con un proceso de licitación (no especifico que empresa gano este premio). Indica que lo ideal era tener una estación por distrito, lo cual es también opinión de la representante de la Municipalidad Metropolitana de Lima y el MINAM. Sin embargo, esto está muy lejos de ser realidad en la actualidad, siendo una de las principales razones, en su opinión, la aprobación del D.L. N°1013 (2008), por el cual deja al SENAMHI es adscrito al MINAM, perdiendo autonomía, roles y responsabilidades para el monitoreo del aire. Este cambio genero disputas internas y cambios de liderazgo dentro del

SENAMHI, generando un contexto de “*gestión pública tibia, débil y cortoplacista*” que apuntan solo a “apagar incendios” sin una hoja de ruta establecida. En el entrevistado del SENAMHI también comenta acerca del nuevo protocolo de calidad del aire (aprobado en diciembre del 2019), el cual en su opinión debió de ser aprobado el año 2017 y tiene un retroceso de dos años lo cual ha implicado un retroceso en la gestión del monitoreo de la calidad del aire.

En relación con la irregularidad de monitoreo tanto los representantes del MINAM como del SENAMHI indican que el sistema actual de monitoreo y las estaciones no están preparados para brindar el sistema y red de monitoreo que brinden la información adecuada a las autoridades y ciudadanos. Los dos concuerdan que debe de existir una articulación de todas instituciones que tienen estaciones de monitoreo para que todas las estaciones puedan gestionarse desde un mismo lugar y estandarizar los protocolos de calibración y data obtenida. Sin embargo, el representante del SENAMHI cree que estas funciones deberían ser tomadas por su institución, la representante de MINAM opina que debería de crearse una nueva autoridad que se haga cargo de esta responsabilidad y crear un sistema estructurado en tiempo real que se encargue no solo del monitoreo sino de una red que permita a los diferentes actores informarse acerca del estado actual y pronósticos de contaminantes. A la par, el representante del SENAMHI comenta que la intermitencia e irregularidad de datos están asociados a la falta de presupuesto y capacitación técnica de sus trabajadores. Este último punto es importante esclarecer, ya que, como parte de la concesión realizada para las 10 estaciones de monitoreo, la calibración y mantenimiento de las estaciones no se realizan por el personal del SENAMHI, sino por la empresa externa. Esta dependencia pueden ser la causa real del estado de las estaciones debido a que

la empresa externa no responde inmediatamente, no se tienen los repuestos, quedando muchas veces las estaciones inoperativas por meses. En opinión del entrevistado, esta situación se encuentra estrechamente relacionada con lo expuesto anteriormente, una *“gestión pública tibia, débil y cortoplacista”* por parte del SENAMHI. Esto se complica aún mas con la presencia del MINAM en el SENAMHI, que pese a tener buenas intenciones, insisten en atomizar todas las acciones para ellos, no delegando, ni coordinando con el SENAMHI. El ingeniero concluye que *“es necesaria una reestructuración total de cómo se está llevando a cabo el monitoreo del aire y se necesita una propuesta mucho más ambiciosa, a largo plazo con una gestión pública correcta y sostenible”*

En relación con el monitoreo, el representante del DIGESA afirma que las estaciones a cargo de su institución no son parte de un sistema de monitoreo de reporte. Mas bien estas tienen como objetivo tomar los datos de las concentraciones de elementos peligrosos en la atmosfera que complementen el sistema de monitoreo desplegado por el SENAMHI para así evaluar su daño a la salud de los ciudadanos. Recalca diciendo que *“el rol del DIGESA es la prevención que ocurra una afectación a la salud de origen de contaminación ambiental”*. A estas declaraciones, tanto el representante del SENAMHI como la del MINAM concuerdan que el rol del DIGESA no es el de monitorear, sin embargo, opinan que las 5 estaciones a su cargo deberían pasar a ser parte de un sistema unificado en una única red. Tanto los representantes del DIGESA y SENAMHI coinciden en manifestar que la cooperación entre sus dos instituciones está rota, pero esto tiene que revertirse ya que su cooperación no podría traer más que beneficios para la sociedad.

No solo el DIGESA o el MINAM evidencian una ruptura de relaciones con el SENAMHI, la municipalidad Metropolitana de Lima también lo señala en la entrevista realizada. La representante de la MML declara que se propuso al SENAMHI financiar dos estaciones a cambio de que la data se pueda entregar en tiempo real para permitir a ellos la toma de decisiones informadas. Sin embargo, esta cooperación ha sido difícil ya que SENAMHI no ha podido asegurar la integración de las estaciones en una red de monitoreo. Debido a que las municipalidades no cuentan con la jurisdicción para instalar estaciones fijas, han optado por implementar un sistema de monitoreo con estaciones remotas de bajo coste como salida a la problemática del monitoreo de Lima Metropolitana. A pesar de que esta iniciativa presenta una alternativa de solución, la entrevistada de la MML nos informa que aún existen restricción de presupuesto, pero ya se cuentan con 5 de estos equipos y se espera obtener 30 a futuro a través de cooperaciones con la empresa privada, cooperación internacional y la cooperación con otras municipalidades. Se brindo información al respecto de la instalación de estas estaciones que podrán ser encontradas en la bibliografía (SINIA, 2020). Es importante mencionar que durante la entrevista realizada a la representante de la OEFA, esta declara que su institución también realiza monitoreos remotos puntuales en situaciones de emergencia.

A pesar de las deficiencias del sistema de monitoreo expuestas en esta investigación, el representante de la municipalidad de Villa el Salvador declara que en la actualidad ellos tienen acceso a la información meteorológica y de calidad del aire en tiempo real de la estación más cercana a su jurisdicción, gestionada por el SENAMHI. Sin embargo, esta situación es diferente en la municipalidad de Miraflores. La representante de esta municipalidad declaro que

no se dispone información en tiempo real para la toma de decisiones informadas y en ese contexto han optado por unirse al programa de instalación de unidades remotas liderada por la MML en el futuro (tener en cuenta que esta cooperación ya podría estar en marcha al momento de la redacción de este documento).

Por último, es importante recalcar los comentarios del representante de ONG entrevistado que profundiza que el rol del SENAMHI u otras entidades de monitoreo no debe terminar en la simple toma de datos. En sus palabras, no comenta que “las instituciones no deben solo brindar información cruda, sino que deben de realizar análisis de los datos dentro de un plan de actividades”. Este comentario es acompañado por los brindados por la participante del MINAM que declara que se le debe de dar valor agregado a los datos, general modelos de pronóstico que permitan tomar acciones y decisiones a futuro. Ambos recalcan que este tipo de información debe ser publica en tiempo real para la toma de decisiones de las distintas entidades publica, privada y ciudadanos.

C) Opiniones acerca del proceso de fiscalización

Con respecto a la fiscalización, tenemos como punto de partida la entrevista realizada a la representante de la OEFA. Ella nos recalcó la doble función que tiene la OEFA, como ente fiscalizador y ente rector del SINEFA y describió que para el caso de la calidad del aire actúa como EFA cuando las emisiones fijas como las de origen industria. Sin embargo, aún actúa como ente rector del SINEFA en caso de las emisiones móviles. Declara lo siguiente “*las municipalidades son las responsables de la fiscalización del parque automotor ya que la OEFA no tiene intervención directa y solo le corresponde hacer seguimiento de las actividades relacionadas al incumplimiento de los LMP ya*

establecidos". En relación con las emisiones móviles continúa declarando "*la OEFA hace supervisiones a las municipalidades y tiene la potestad de exhortar y recordar a las mismas su responsabilidad y que acciones debería tomar*", dejando claro que hasta este punto llegan sus responsabilidades para estas emisiones específicamente. Respecto a este punto cabe resaltar que las municipalidades entrevistadas resaltan que ellas no tienen la jurisdicción para fiscalizar y que esto no está reglamentado, lo único que pueden realizar son campañas de prevención e información a los conductores acerca de sus elevadas emisiones de contaminantes por encima de los LMP. Comentan que, en estos casos, a veces cuentan con la PNP ya que tienen el reglamento de tránsito para sancionar a los conductores que excedan los LMP. Sin embargo, en las multas y sanciones son pocas veces realizadas.

Respecto al papel de la PNP y el servicio técnico, la representante de la OEFA declara que su correcta gestión se encuentra a manos del MTC. En su opinión declara que la PNP y la ley de tránsito nacional no deberían tener injerencia en la fiscalización y sanción de automóviles que sobrepasan los LMP establecidos, ya que esto complica el proceso, haciéndolo engorroso y complicado. Opina que toda la responsabilidad debería de caer a manos de la municipalidad. Sin embargo, también insiste que la ley orgánica de municipalidades no es clara en la fiscalización de fuentes móviles, en especial del parque automotor, quedando un vacío legal. Opina que ni la PNP ni el MTC debería de tener potestad en la fiscalización del aire. Esta situación confusa es quizá esclarecida por la representante de la municipalidad de Miraflores la cual comento que "*si bien la municipalidad tiene la facultad de fiscalizar y supervisar en la teoría, en la práctica los únicos que tienen la potestad de poner las multas son la PNP*".

En relación con lo expuesto en el párrafo anterior, la representante del MINAM declara que se ha intentado generar un marco de referencia para establecer un procedimiento de fiscalización. Afirma que existen muchas trabas y intereses terceros que no permiten avanzar en esclarecer el sistema de fiscalización del parque automotor. Continúa diciendo que esto se hace evidente en el ineficiente sistema de revisiones técnicas certificadas a cargo del MTC, el cual no cumple con las exigencias de ley, aprobando el tránsito de carros que sobrepasan los LMP establecidos. Con respecto a este punto el participante de la ONG declara “*se desconoce si existe o este implementado un sistema de certificación para las compañías encargadas en los controles técnicos vehiculares*”. A esto se le suma la falta de transparencia en los datos de número de vehículos que incumplen los LMP establecidos, el número total de vehículos con antigüedad mayor a 10 años y otros datos de importancia necesarios para la toma de decisiones. Estos puntos son igualmente recalcados por los representantes del MINAM, MML y ONG. El representante del MTC no brinda declaraciones que esclarezcan si esta información existe y por que no es de carácter público.

En el caso de las municipalidades distritales (exceptuando la MML por ser más grande y de mayores recursos) aboga que ellos no tienen ni los recursos económicos ni de personal para realizar la fiscalización correspondiente, lo cual implica un serio problema incluso si la responsabilidad pasa a ellos. En relación con este punto adiciona “*a pesar de que las municipalidades cuentan con un detalle de responsabilidades en su ley orgánica, la mayoría de las veces estas son muy grandes para su pequeño equipo...estas pequeñas municipalidades locales solo pueden dirigir sus recursos a problemas ambientales más visibles como el manejo de residuos sólidos, tratamiento de aguas o el ruido*”. Esto es

corroborado por las opiniones brindadas por las representantes de la MML (en esta opinan no de la MML sino de otras municipalidades pequeñas) y la municipalidad de Miraflores. Esta situación se complica con las declaraciones obtenidas del representante del MTC, el cual declara que *“si bien el MTC tiene la facultad legal de fiscalizar el cumplimiento de los LMP de transporte, puede delegarla a las municipalidades provinciales, las que deberán, previamente a desarrollar acciones de control, homologar sus equipos de medición ante el Ministerio de acuerdo con las normas del D.S. N°007–2002–MTC...dichas revisiones deberán ser realizada con equipos homologados por el Ministerio, hasta la fecha, estos equipos no han pasado por el citado procedimiento”*

La representante de las OEFA nos relata que en calidad de ente rector la OEFA ha realizado campañas con todas las municipalidades para capacitarlos en la elaboración de su PLANEFA para el 2021. Esta campaña es también elogiada por la representante del MML en su entrevista, debido a que permitirá un mejor control de los procesos de fiscalización en todas las municipalidades. La representante de la OEFA declara que este plan permitirá planificar de manera estructurada y pensada las fiscalizaciones ambientales dirigidas por cada municipalidad.

D) Opiniones acerca de la participación del público

Los participantes de las entrevistas reconocen la importancia del público como agente del cambio y explicaron como participan o deberían de participar en esta dinámica desde el punto de vista de las instituciones donde perteneces. Para la representante de la OEFA los ciudadanos tienen un rol central es este proceso y lo deja claro en sus declaraciones *“el público debe cumplir su función de*

informante, si bien el gobierno y sus entidades deben de buscar la mejora de la sociedad, los ciudadanos son los ojos y oídos...sin la participación de ellos mediante denuncias y reclamos, no se podrían identificar los problemas puntuales dentro de las sociedad y atacarlos de manera precisa...por tal motivo, los mecanismos de reclamos sin importantes en la gestión de la calidad del aire y otros procesos afines". Con relación a este punto la representante del MINAN comenta "las personas no responden a la problemática del aire...quizá la crisis del coronavirus propicie la toma de conciencia en relación con la calidad del aire, propiciando una mejora...sin embargo, en la actualidad son pocas las personas que realmente están informadas y tienen conciencia ambiental para responder a estos problemas".

Es precisamente respecto a la comunicación entre todos los actores con el publico donde varios de los entrevistados concuerdan. El representante de la ONG opina que los ciudadanos de a pie están parcialmente informados sobre la problemática de la calidad del aire y esto se debe entre otros factores debido a la falta de campañas informativas para generar conciencia. Continúa mencionando que antes "*había un mayor número de campañas informativas*" y es preciso que se sigan realizando en la actualidad, termina con una reflexión, diciendo "como miembro de las ONG, ellos deberían de tener un rol en este proceso de sensibilización", que quizá no ha sido tan fuerte en los últimos años por falta de presupuesto y el uso de sus recursos en otro problemas ambientales y que propone finalmente que "*las universidades también deberían tomar parte de este proceso*".

Las municipalidades como organismo mas cercano a los ciudadanos profundizan que la comunicación entre es importante y un ciudadano informado es vital para

mejorar el proceso de gestión de la calidad del aire. La representante de la MML nos dijo que *“la comunicación con los ciudadanos es responsabilidad de cada municipalidad local...sin embargo hay muchos factores que impiden que esta comunicación sea eficiente”*. Dentro de estos, expreso que las deficiencias en la comunicación entre las municipalidades y el público suceden debido a que *“el público no se encuentra informado de las concentraciones de MP debido a la falta de un mecanismo de monitoreo integrado y en tiempo real...lo cual genera que el público permanezca desinformado de la problemática”*. Agrega que esta situación es particularmente cierta para municipalidades locales que no cuentan con suficientes recursos económicos y de personal y que lamentablemente tienen que concentrar sus esfuerzos en otros problemas ambientales más recurrentes. Esto es corroborado tanto por los representantes de la municipalidad de Miraflores y Villa el Salvador. Esta situación se repite al momento de fomentar el uso de los mecanismos de denuncias y reclamos que cada municipalidad tiene integrados, pero que son pocos usados debido a la poca llegada que tienen sus medios de difusión propios.

A pesar de la falta de conciencia social, los mecanismos de denuncias y reclamos ambientales se encuentran operativos en las 3 municipalidades entrevistadas. Sin embargo, estos mecanismos no siguen un reglamento o protocolo, siendo diferente entre municipalidad y municipalidad. Por ejemplo, el representante de la municipalidad de Villa el Salvador comento que *“los pobladores pueden emitir denuncias y/o reclamos relacionados con la calidad del aire mediante el sistema nacional de denuncias ambientales a cargo de la OEFA o también puede dirigir un documento a la mesa de partes de la municipalidad de Villa el Salvador comunicando sobre la mala calidad del*

aire...en donde será atendido por el área correspondiente dentro de la municipalidad". En esta misma línea, la representante de la municipalidad de Miraflores expone que su mecanismo de denuncias y reclamos ambientales se puede realizar "...mediante discusiones directas con el alcalde durante todos los miércoles, aunque por ahora este cerrado este sistema debido al coronavirus, en donde cualquier ciudadanos de Miraflores puede expresar oralmente sus reclamos de cualquier naturaleza... así mismo, la mesa de partes esta abierta y a disposición para presentar cualquier queja por escrito". Finalmente, la representante de la MML comenta lo siguiente, "...nosotros hemos utilizado como guía para el sistema de denuncias y reclamos ambientales el reglamento de atención a denuncias ambientales publicado por la OEFA ... y lo hemos implementado a partir del año 2015... Este reglamento debería de ser usado de la misma manera para cada municipalidad local, sin embargo, se entiende que debido a limitaciones presupuestales y de personal es difícil de implementarlo".

E) Conclusiones y potenciales soluciones rescatas de las entrevistas

La totalidad de los entrevistados concuerda que la gestión pública de la calidad del aire está enfrascada principalmente en la falta de decisión política por parte del gobierno, el cual prioriza otros sectores y/o problemas del país. En este aspecto, la representante de la OEFA comenta que *"...los cambios de autoridad entorpecen todo el sistema de gestión ya que cada nuevo gobierno frena el avance que se viene realizando en la anterior campaña ... el tinte político imposibilita la planificación e implementación de estrategias a largo plazo en las gestiones ambientales"*. La representante del MINAM con respecto a la gestión de la calidad del aire añade que *"...hay una falta de voluntad política ... y falta de ambición por parte de las autoridades"*. La representante de la municipalidad

de Miraflores se suma a estas manifestaciones diciendo que “...*si bien la calidad del aire es quizá el problema ambiental más grave del país, es el que menos consideración tiene por parte del estado... no tiene el protagonismo que debería de tener*”.

Adicionalmente la representante del MML también menciona que “*existe excesiva burocracia en los procesos de gestión ambiental, los cuales complican la implementación de planes y estrategias por parte de las municipalidades*”. Por otro lado, se da entender que existe una falta de presupuesto para las actividades relacionadas para el control y gestión de la calidad del aire. La representante de la OEFA por ejemplo dijo que “...*hay una falta de recursos destinados a la calidad del aire*”, también el representante de la ONG que manifiesta que “...*cualquier plan a futuro que intente mejorar la gestión del aire actúa debe de tener presupuesto disponible para su implementación en todas sus fases*”.

En relación con la organización y articulación de los actores de la gestión de la calidad del aire, todos los entrevistados concuerdan que esta debería de ser liderada por el MINAM. A pesar de ello, en la actualidad los entrevistados manifiestan que no se percibe ningún liderazgo de ninguna institución y que el tema en cuestión se encuentra en el olvido. Adicionalmente la representante del MINAM opina “*si bien es responsabilidad del MINAM liderar este proceso, es muy complejo y requiere de muchos recursos por lo que quizá no ha podido tener el impacto esperado y deseado como institución*”. Así mismo, se destaca el rol principal que juegan las municipalidades en esta gestión del aire, ya que se evidencia de la mayoría de las entrevistas que es el actor que se encarga de implementar las normas y leyes en su última instancia. La representante del

MINAM hace hincapié de que *“cuando el MINAM trata de dar responsabilidades a las municipalidades, es difícil plantear como estas tareas serán incluidas dentro de sus funciones y actividades...debería de existir un reglamento o ley que especifique de principio a fin cual será el procedimiento para el trabajo conjunto entre ministerios y municipalidades”*.

Dentro de las soluciones planteadas para los diversos problemas de la gestión de la calidad del aire, encontramos opiniones diversas. La representante de la municipalidad de Miraflores opina que *“...en un periodo a largo plazo, el ministerio o entidad que solucione el caótico sistema de transporte público será aquella que indirectamente solucione el problema de la calidad del aire proveniente de las emisiones de MP... a corto plazo se necesita poner mayor rigurosidad en la supervisión fiscalización al momento de sancionar debidamente a los vehículos que superen los LMP establecidos”*. La representante de la MML opina que como soluciones inmediatas se debería de *“incentivar y coaccionar la instalación de nuevas estaciones de monitoreo y una red que brinde las concentraciones de emisiones peligrosas en tiempo real”*. Por su parte, la representante del MINAM declaró que se necesitan varias acciones para mejorar la gestión de la calidad del aire, como por ejemplo, la reestructuración de competencias de todos los actores; la creación de un sólido, fuerte y componente cuerpo técnico que involucre a la academia; fortalecer la articulación entre el estado, la empresa privada y la universidad e implementar una hoja de ruta para una eficiente fiscalización y actualización de los LMP del parque automotor. Con respecto a este punto el representante de la ONG responde sobre el potencial uso de políticas públicas para articular y delegar roles y responsabilidades a los actores de la gestión de la calidad del aire. El dice que *“ este tipo de políticas no*

garantizaría que las actividades que se tienen que realizar lleguen a realizarse si es que no se determina y delegan competencias y responsabilidades correctamente...no se pueden generar este tipo de políticas solo con el objetivo de recomendar sino que deben demandar un plan de acción con todas sus fases presupuestadas permanentemente o periodos de gestión largos como el caso de Chile que tiene un plan de descontaminación por 30 años con medidas específicas". Continúa resaltando que se necesita que una potencial política pública "...debe de dedicarse a la gestión del parque automotor, con el objetivo final de mejorar la calidad del aire".

Aparte de los temas objetivo del presente estudio, mas de la mitad de los entrevistados recalcan que la gestión de la calidad del aire si bien tiene una de sus principales fuentes de emisiones de MP en el parque automotor, no son las únicas fuentes. Se destacan que no se puede evitar generar las mismas soluciones para fuentes fijas como industria, restaurantes informales, comercios, entre otros. Si bien la concentración de MP exterior es de suma importancia, la representante del MINAM también resalta la importancia que las concentraciones de MP interior, el cual pocas veces es materia de estudio.