

PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ

Facultad de Letras y Ciencias Humanas



**LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y SU IMPACTO EN EL TERRITORIO: UNA  
APROXIMACIÓN A PARTIR DEL CASO LIMEÑO.**

Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente  
que presenta:

***María Mercedes Giraldo Lescano***

Asesora:

***Mg. Carmen Guadalupe Mallqui Caballero***

Lima, diciembre de 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mi asesora de tesis la Mg. Carmen Guadalupe Mallqui Caballero, quien con su experiencia y profesionalismo me orientó hasta la culminación de este trabajo de titulación. En segundo lugar, agradezco profundamente a todos mis docentes de la especialidad de Geografía y Medio Ambiente quienes fueron parte de este proceso integral de formación, así como también a la Lic. Gianella Guillen y a la Lic. Clara Callalle por haber compartido experiencias académicas durante nuestra formación profesional. En tercer lugar, quiero agradecer a todos mis compañeros de trabajo del Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE-PUCP) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en especial al Dr. Augusto Castro Carpio, al Dr. Luis Mujica, a la Lic. Pilar Anaya, a la Lic. Cecilia Bautista, a la Secretaria de Dirección Pilar Bustillos, a las asistentes administrativas, señora Carmen Sánchez y señora Sandra Gómez.

Quiero dedicar, mediante estas líneas, la presente tesis de grado a mis padres, hermanos e hijos, por apoyarme en forma incondicional en cada decisión, proyecto y por ser promotores de mis sueños. Gracias por confiar y creer en mí y en mis expectativas, pues, además, han sido el motor que permitió que siga superándome día a día y culminar mi carrera profesional.

Por último y, para terminar, un profundo agradecimiento a Dios por haberme dado su bendición, la dicha y las fuerzas necesarias para poder realizar mis estudios universitarios en esta prestigiosa universidad.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca analizar el impacto de la actividad industrial en el territorio de Lima. Se empleó el método del mapeo y el reconocimiento de las zonas industriales. Después se realizó un análisis de contraste con la base de datos del Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y del Ministerio de Salud (MINSA), en especial el registro de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) durante los años 2014 y 2015. Además, se aplicó el método de interpolación IDW para generar información espacial para aquellos distritos donde no existen estaciones de monitoreo de la calidad del aire del contaminante PM 2.5. Asimismo, para hallar la asociación entre las variables PM 2.5 e IRAs se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Por último, se aplicaron encuestas para analizar la percepción de la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio. Entre los principales hallazgos, se encontró que existe una correlación entre altos niveles de concentración de PM 2.5 y la gran incidencia de casos de IRAs en la población de la ciudad de Lima. Asimismo, la percepción de la mayoría de la población encuestada indica que las emisiones contaminantes de las actividades industriales pueden ser las causas de las IRAs que aqueja a la población.

**Palabras Claves:** *actividad industrial, infecciones respiratorias agudas, material particulado PM 2.5, Lima.*

## **ABSTRACT**

This research aims to analyze the impact of industrial activity in the territory of Lima. The method of mapping and recognition of industrial zones was used. Afterwards, a contrast analysis was carried out with the database of the National System of Meteorology and Hydrology of Peru (SENAMHI) and the Ministry of Health (MINSA), especially the registry of cases of Acute Respiratory Infections (ARIs) during the years 2014 and 2015. In addition, the IDW interpolation method was applied to generate spatial information for those districts where there are no air quality monitoring stations for the pollutant PM 2.5. Likewise, to find the association between the variables PM 2.5 and ARIs, the Pearson correlation coefficient was used. Lastly, surveys were applied to analyze the perception of the population regarding environmental pollution caused by industrial activity in the study area. Among the main findings, it was found that there is a correlation between high levels of PM 2.5 concentration and the high incidence of ARI cases in the population of the city of Lima. Likewise, the perception of the majority of the surveyed population indicates that polluting emissions from industrial activities may be the causes of ARIs that afflict the population.

**Key Words:** *industrial activity, acute respiratory infections, PM 2.5, Lima.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	viii
LISTA DE CUADROS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE MAPAS.....	viii
LISTA DE GRÁFICOS .....	ix
LISTA DE FOTOGRAFÍA .....	ix
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Descripción del problema.....	3
1.3. Preguntas de investigación.....	4
1.3.1. Pregunta central de investigación .....	4
1.3.2. Preguntas específicas .....	4
1.4. Hipótesis .....	4
1.5. Objetivos de la investigación.....	5
1.5.1. Objetivo general de la investigación .....	5
1.5.2. Objetivos específicos .....	5
1.6. Justificación .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes internacionales, nacionales y locales.....	7
2.1.1. Internacional.....	7
2.1.2. Nacional .....	9
2.1.3. Local.....	11
2.2. Geografía económica.....	14
2.2.1. Teorías y modelos clásicos de localización .....	15
2.3. Geografía de la percepción .....	17
2.4. Precisiones conceptuales .....	18
2.4.1. Contaminación atmosférica.....	18
2.4.2. Salud ambiental .....	19
2.4.3. Calidad de vida.....	20
2.5. Factores meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica .....	21
2.5.1. El viento .....	21
2.5.2. La inversión térmica.....	21
2.5.3. La precipitación.....	22

2.6. Principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial en la ciudad de Lima .....	23
2.6.1. Factores económicos .....	23
2.6.2. Factores políticos .....	24
2.6.3. Factores sociales .....	26
2.7. Efectos de la contaminación industrial en la salud pública .....	27
2.7.1 Material particulado (PM 2.5) .....	28
2.8. Fuentes contaminantes de origen industrial .....	28
2.9. Sistema de Información Geográfica (SIG) y su uso en el estudio de distribución espacial de enfermedades .....	29
CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS .....	30
3.1. Esquema metodológico .....	30
3.1.1. Etapa 1: Trabajo de gabinete .....	30
3.1.2. Etapa 2: Salida de campo .....	31
3.1.3. Etapa 3: Trabajo de laboratorio .....	36
3.2 Métodos y procedimientos .....	40
3.2.1. El uso de los SIG en el análisis espacial .....	41
3.2.2. El método de interpolación IDW .....	43
3.2.3. Asociación entre las variables: PM 2.5 e IRAs .....	43
3.2.4. La encuesta .....	46
CAPÍTULO IV: ÁREA DE ESTUDIO .....	48
4.1. Localización, superficie y límites del área de estudio .....	48
4.2. Aspectos del medio físico .....	49
4.2.1. Relieve .....	49
4.2.2. Hidrología .....	50
4.2.3. Flora y fauna .....	50
4.2.4. Aspectos meteorológicos del área de estudio .....	50
4.3. Aspectos del medio humano .....	51
4.3.1. Evolución y distribución de la población .....	51
4.3.2. Composición y estructura de la población .....	53
4.3.3. Salud y vivienda .....	54
4.3.4 Población en edad para trabajar (PET) .....	56
4.3.5. Producción, comercio y servicio .....	57
4.3.6. Actividad industrial .....	58
CAPÍTULO V: RESULTADOS .....	61

5.1. Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (años 2014 y 2015).....	61
5.2. Resultado del contaminante PM 2.5 y las IRAs (años 2014 y 2015) .....	64
5.3. Relación entre la concentración del PM 2.5 y las IRAs .....	85
5.4. Análisis del método de interpolación (IDW) para el contaminante PM 2.5 ..	93
5.5. Resultado de la encuesta .....	98
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN .....	109
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
7.1. Conclusiones.....	116
7.2 Recomendaciones.....	119
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	121
ANEXO .....	129
Anexo A.....	129



## LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1: Empresas, según área interdistrital, 2016.....	31
Tabla 3.2: Índice de calidad del aire para PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	42
Tabla 3.3: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (r) .....	46
Tabla 4.4: Área industrial en la ciudad de Lima .....	59
Tabla 5.5: Datos del PM 2.5 y velocidad del viento (año 2014).....	62
Tabla 5.6: Datos del PM 2.5 y velocidad del viento (año 2015).....	64
Tabla 5.7: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años .....	86
Tabla 5.8: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años .....	87
Tabla 5.9: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más.....	88
Tabla 5.10: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años .....	90
Tabla 5.11: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años .....	91
Tabla 5.12: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más.....	93

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1: Niveles de contaminación atmosférica .....	12
Cuadro 2.2: Evolución de las industrias .....	23
Cuadro 2.3: Principales fuentes de contaminación atmosférica .....	29
Cuadro 3.4: Estaciones de monitoreo de la calidad del aire (PM 2.5).....	37
Cuadro 3.5: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.....	45
Cuadro 5.6: Distritos de la ciudad de Lima .....	48
Cuadro 4.7: Principales factores meteorológicos de la ciudad de Lima .....	51
Cuadro 4.8: Población según distrito, Censo 2017 .....	53
Cuadro 4.9: Actividades económicas en la ciudad de Lima .....	58
Cuadro 4.10: Principales actividades manufactureras.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Esquema del método de trabajo.....	40
--	----

## LISTA DE MAPAS

Mapa 3.1: Zonas industriales de Lima Centro.....	33
Mapa 3.2: Zonas industriales de Lima Este .....	34
Mapa 3.3: Zonas industriales de Lima Norte .....	35
Mapa 3.4: Zonas industriales de Lima Sur .....	36
Mapa 4.5: Macro localización del área de estudio .....	49
Mapa 5.6: Porcentaje de IRAs de 0-11años y niveles del PM 2.5 (año 2014).....	71
Mapa 5.7: Porcentajes de IRAs de 0-11 años y niveles del PM 2.5 (año 2015) .....	72
Mapa 5.8: Porcentajes de IRAs de 30-59 años y niveles del PM 2.5 (año 2014) .....	78
Mapa 5.9: Porcentajes de IRAs de 30-59 años y niveles del PM 2.5 (año 2015) .....	79
Mapa 5.10: Porcentajes de IRAs de 60 años a más y niveles del PM 2.5 (año 2014) .....	83
Mapa 5.11: Porcentajes de IRAs de 60 años a más y niveles del PM 2.5 (año 2015) .....	84
Mapa 5.12: Método de interpolación IDW, distribución espacial del PM 2.5 (año 2014) .....	97
Mapa 5.13: Método de interpolación IDW, distribución espacial del PM 2.5 (año 2015) .....	98

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Regresión lineal simple: Relación directa y relación inversa.....	45
Gráfico 4.2: Evolución de la población.....	52
Gráfico 4.3: Estructura de la población por sexo y edad, Censo 2017 .....	54
Gráfico 4.4: Acceso a algún tipo de Seguro de Salud, Censo 2017 .....	55
Gráfico 4.5: Viviendas particulares, por tipo de vivienda, Censo 2017 .....	56
Gráfico 4.6: Población en edad de trabajar, Censos (1993, 2007 y 2017).....	57
Gráfico 4.7: Actividades económicas en porcentaje (%), Censo (2017) .....	58
Gráfico 4.8: Número de empresas industriales .....	60
Gráfico 5.9: Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (año 2014) .....	62
Gráfico 5.10: Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (año 2015) .....	63
Gráfico 5.11: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años .....	85
Gráfico 5.12: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años .....	87
Gráfico 5.13: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más.....	88
Gráfico 5.14: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años .....	89
Gráfico 5.15: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años .....	91
Gráfico 5.16: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más.....	92
Gráfico 5.17: ¿Cuánto tiempo reside Ud. en la zona? y ¿Cuántas familias viven en la vivienda? .....	99
Gráfico 5.18: ¿Cómo calificas la calidad del aire donde vive? y ¿Cree que la mala calidad del aire pueda afectar su salud? .....	100
Gráfico 5.19: ¿Cuándo Ud. llegó a vivir a esta zona, estaban instaladas las fábricas? y ¿Está de acuerdo que las industrias sean reubicadas? .....	101
Gráfico 5.20: ¿En qué época del año hay más contaminación? y ¿En qué época del año le afecta más la contaminación del aire a su salud?.....	102
Gráfico 5.21: ¿Conoce alguna institución, ONG, personas, etc. que se ocupen de esta problemática de contaminación ambiental? y ¿Conoce Ud. alguna campaña publicitaria que trate sobre la “calidad del aire”? .....	103
Gráfico 5.22: ¿Ha tenido Ud. una afección a la salud que tenga que ver con la contaminación del aire?.....	104
Gráfico 5.23: ¿A qué cree Ud. que se deba a su enfermedad de Infección Respiratoria Aguda? y ¿Qué tipo de reacciones ha tenido Ud. o algún miembro de su familia producto de las IRAs?.....	105
Gráfico 5.24: ¿Cree Ud. que las emisiones que emiten las fábricas cercanas a la zona tengan algo que ver con las infecciones respiratorias agudas que aqueja la población? .....	106
Gráfico 5.25: ¿Cuál es la zona más contaminada de la ciudad por la actividad industrial? .....	107
Gráfico 5.26: ¿En la ciudad de Lima existen altos índices de IRAs producto de la actividad industrial? .....	108

## LISTA DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 3.1: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito de Carabayllo.....	38
Fotografía 3.2: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito de Puente Piedra .....	38
Fotografía 3.3: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito San Martín de Porres.....	39
Fotografía 6.4: Zona industrial del distrito de Independencia.....	110
Fotografía 6.5: Zona industrial del distrito de Independencia.....	110

## LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>COV</b>	Compuestos orgánicos volátiles
<b>DIGESA</b>	Dirección General de Salud Ambiental
<b>DISA</b>	Dirección de Salud
<b>ECA</b>	Estándares de Calidad Ambiental
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática
<b>IRAs</b>	Infecciones Respiratorias Agudas
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MINEM</b>	Ministerio de Energía y Minas
<b>MINSA</b>	Ministerio de Salud
<b>NO<sub>x</sub></b>	Óxidos de nitrógeno
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dióxido de nitrógeno
<b>OEFA</b>	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
<b>OMS</b>	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>Pb</b>	Plomo
<b>PM</b>	Material particulado
<b>PM<sub>10</sub></b>	Material particulado menores de 10 µm
<b>PM 2.5</b>	Material particulado menores de 25 µm
<b>PRODUCE</b>	Ministerio de la Producción
<b>PST</b>	Partículas suspendidas totales
<b>SENAMHI</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dióxido de azufre
<b>Z</b>	Azufre

## **GLOSARIO**

### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Gas pesado, incoloro y acre, se forma principalmente por la quema de combustibles fósiles (INEI, 2017, pág. 32); es decir, este gas es muy perjudicial para las personas y la vegetación.

### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Es un gas incoloro, inodoro y no venenoso, producto de la combustión de combustibles fósiles y generalmente forma parte del aire (INEI, 2017, pág. 32). También, es producto durante la respiración de los organismos vivos tales como plantas y animales; es considerado como el principal gas de efecto invernadero, ya que contribuye a los cambios del clima.

### **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Gas producto de los procesos de combustión junto con el NO y se crea también en la atmósfera por la oxidación de NO (Sánchez et al., 2013, pág. 6).

### **Compuestos orgánicos volátiles (COV)**

El Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial (2004, pág. 107), señala que los COV son sustancias que se evaporan con facilidad a temperaturas inferiores a su punto de ebullición.

### **Material particulado (PM)**

Son partículas líquidas o sólidas finas, tales como el polvo, humo, neblina, vapores o niebla, presentes en la atmósfera (INEI, 2017, pág. 58). Se le denomina también materia granulosa.

### **Material particulado (PM<sub>10</sub>)**

Son partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Es capaz de penetrarse al sistema respiratorio del ser humano

(Sánchez et al., 2013, pág. 5); es decir, mientras más pequeño sea el diámetro de estas partículas, mayor será el daño que pueda causar a la salud.

### **Material particulado (PM 2.5)**

Son partículas finas menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5). Se considera de gran peligro para la salud, ya que pueden penetrar al pulmón profundamente sin dificultad, y con mayor facilidad (Sánchez et al., 2013, pág. 5). También, causan inflamación, aumentando la mortalidad prematura y riesgo cancerígeno.

### **Metano (CH<sub>4</sub>)**

Hidrocarburo gaseoso, incoloro, inflamable y no venenoso, ello se debe por la descomposición anaeróbica de los compuestos orgánicos (INEI, 2017, pág. 59). Además, es un gas poderoso de efecto invernadero.

### **Monóxido de carbono (CO)**

Gas incoloro, inodoro y venenoso, es producto por la combustión incompleta de combustibles fósiles (INEI, 2017, pág. 60). Además, este gas se combina con la hemoglobina del hombre, de tal manera que reduce su capacidad para transportar oxígeno, provocando efectos dañinos en la salud de las personas.

### **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Es consecuencia de la combustión en el transporte y otras fuentes fijas (INEI, 2017, pág. 62). Así mismo, contribuye en gran medida al depósito de ácidos y a la formación de ozono a nivel del suelo en la tropósfera.

### **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Es un tipo de gas tóxico incoloro y picante al olfato (INEI, 2017, pág. 63). Se encuentra en la estratósfera y en la troposfera. El ozono forma una capa que protege al planeta Tierra de los efectos nocivos de la radiación ultravioleta en los seres humanos y otras especies de seres vivos.

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1. Introducción

La Revolución Industrial implicó un cambio en el paisaje económico de muchos países; sin embargo, también tuvo un impacto en el equilibrio del medio ambiente. El empleo de combustibles fósiles por la mayoría de las industrias está relacionado con la contaminación atmosférica debido a la emisión de sustancias nocivas hacia el medio ambiente. Estas sustancias son las responsables del humo que se percibe en nuestro medio ambiente y que crean enormes cantidades de contaminantes como los óxidos de carbono, de nitrógeno y de azufre, partículas en suspensión, cenizas, entre otros (Cousteau, 1992, pág. 143). En otras palabras, estos contaminantes son producto del uso humano del petróleo, el carbón y el gas natural, los también llamados combustibles fósiles.

En los países industrializados se observó un significativo crecimiento económico durante el periodo comprendido entre la Segunda Guerra Mundial y finales de 1960. Dicho proceso coincide con el inicio de un aumento de la demanda en la utilización de los recursos naturales en los procesos productivos. Debido a lo anterior, también se observa que, a nivel global, el medio ambiente está sufriendo un deterioro progresivo debido al fenómeno de la contaminación ambiental. Sin embargo, en la década de los 70, el ser humano empezó a tomar conciencia de la gravedad del proceso de deterioro del planeta, siendo el efecto más palpable el incremento de la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Ramírez & León, 2004, pág. 112). Estos son emitidos a la atmósfera como resultado del uso de combustibles fósiles utilizados en su gran mayoría por las industrias, la expansión de la ganadería y la devastadora deforestación.

La destrucción del ecosistema y la degradación de los recursos naturales, aportan al deterioro del ambiente; así también, debido a la crisis energética, se crearon organismos responsables del medio ambiente, que regulan bajo principios como “quien contamina paga” y los primeros programas empresariales de política medio ambiental (Valenzuela, 1991, pág. 77) buscando de esta manera que el empresario tome conciencia de las consecuencias que pueden provocar sus procesos productivos al medio ambiente.

El aumento de la temperatura tiene su origen principalmente en la actividad industrial y es denominado “calentamiento global antrópico”. Por consiguiente, al aumento de la temperatura se asocia a la generación de gases tipo invernadero, que sirve de sustento para la teoría que defiende que el calentamiento global de la tierra depende de la actividad industrial del hombre moderno, y específicamente, por la generación de CO<sub>2</sub> como gran causante de ese fenómeno (Jimeno, 2009, pág. 35). Así, las emisiones de CO<sub>2</sub> son una de las consecuencias de la quema de combustibles fósiles sobre todo producto de procesos industriales que contribuyeron con cerca del 78% del aumento de las emisiones de GEI totales entre los años 1970 al 2010; además, la contribución porcentual para el período 2000-2010 fue similar (IPCC, 2015, pág. 7). En consecuencia, los GEI han aumentado de una manera incontrolable y, por ese motivo, están contaminando al medio ambiente y aumentando el número de las IRAs o infecciones respiratorias agudas (Carmona, 2009, pág. 69). Estos padecimientos infecciosos de las vías respiratorias son considerados como un importante problema que aqueja a la salud pública en distintos niveles, ya que genera un alto índice de mortalidad y afecta, de ese modo, la calidad de vida (OMS, 2018).

En el caso del Perú, la contaminación atmosférica, en las ciudades, es uno de los problemas más serios con múltiples consecuencias en la salud de la población, (Bustíos, Martina, & Arroyo, 2013, pág. 4). En el caso de la ciudad de Lima, una de las fuentes de este tipo de contaminación atmosférica es el sector industrial. El INEI señala que en el año 2018 se registraron 11 793 industrias en la ciudad de Lima y muchas de ellas se localizaban en zonas urbanas de gran concentración poblacional (INEI, 2018, pág. 18). Asimismo, la OMS señala que el contaminante PM 2.5 es el responsable de las enfermedades respiratorias que aquejan la población. Así como también vendría a ser responsable de un alto número de muertes que se registran a nivel mundial (Pacsi, 2016, pág. 237).

Esta contaminación atmosférica en la ciudad de Lima ha aumentado, no solo por la actividad industrial en sí misma, sino también por el crecimiento del parque automotor que forma parte de la cadena logística vinculada a la industria, el incremento de la población en la ciudad de Lima y el uso de tecnologías obsoletas. Dicha contaminación afecta de manera diferenciada a las diversas zonas del área de estudio. Esto se debe a

la localización de las industrias y a los factores meteorológicos. El Ministerio de la Producción señala, además, a las tecnologías obsoletas utilizadas en la gran mayoría (alrededor del 70%) por las empresas industriales; ya que, en el año 2014, solo el 30% de empresas reportaron inversiones de maquinaria y equipo (PRODUCE, 2015, pág. 92); es decir, repusieron equipos antiguos por nuevos.

Resulta apremiante resaltar que existen riesgos debido a los efectos de la contaminación en la salud humana producto de la exposición al material particulado (PM), principalmente aquellos de menos de 2.5 micras (PM 2.5). Incluso, existen estudios que confirman las altas concentraciones del contaminante (PM 2.5) en algunos distritos, tales como Ate Vitarte y San Juan de Lurigancho, que son más elevadas que en otras ciudades de Latinoamérica (MINAM; 2019, pág. 64) como, por ejemplo, la Ciudad de México y Santiago de Chile.

Ante esta situación crítica, es necesario y prioritario que la ciudad de Lima tome medidas para reducir las concentraciones del PM 2.5 y, así, mejore la calidad del aire; y, de tal manera, reduzca la contaminación atmosférica que afecta de manera directa la salud de la población, principalmente aquella población que reside alrededor de las zonas industriales ubicadas dentro de la ciudad de Lima.

## **1.2. Descripción del problema**

La actividad industrial y su ubicación en la ciudad de Lima se han convertido en un problema debido a las emisiones de los procesos industriales que emiten sustancias contaminantes a la atmósfera. A nivel de América Latina y el Caribe, el aire de la ciudad de Lima se encuentra entre los más contaminados (Clean Air Institute, 2012, pág. 2); y esta contaminación atmosférica no solo se debe al parque automotor, sino también habría que considerar la presencia del mayor parque industrial que se encuentra en el área de estudio, ubicada en zonas industriales de Lima Este, Lima Sur, Lima Centro, y Lima Norte. Es necesario recalcar que el problema se incrementa debido al tipo de combustible que utilizan: combustibles fósiles, en su mayoría (Defensoría del Pueblo, 2006, pág. 50). Indiscutiblemente, los procesos de combustión industrial contaminan la atmósfera y, en consecuencia, son altamente nocivos para la salud de la población.

Frente a este escenario, en la localización de las industrias no se han considerado los factores meteorológicos tales como el clima, la humedad, la temperatura, la dirección de los vientos, la ausencia de lluvia y la existencia de estribaciones andinas. Así, se establecen condiciones muy desfavorables para la población, de tal manera que generan espacios y distritos vulnerables en la ciudad de Lima.

### **1.3. Preguntas de investigación**

A partir de la problemática identificada, se desarrollan las siguientes preguntas de investigación:

#### **1.3.1. Pregunta central de investigación**

¿Cómo afecta la contaminación atmosférica, producto de la actividad industrial, en la salud de la población en la ciudad de Lima?

#### **1.3.2. Preguntas específicas**

1. ¿Cuáles son los factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial en la ciudad de Lima y qué tipo de consecuencias han ocasionado en la salud de la población?
2. ¿Cuáles son los distritos de la ciudad de Lima con mayor contaminación atmosférica por el contaminante PM 2.5?
3. ¿Qué percepción tiene la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio?

### **1.4. Hipótesis**

La actual ubicación de las industrias en la ciudad de Lima y las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que estas producen (en particular por el contaminante PM 2.5) generan un impacto negativo en la salud de la población. Por consiguiente, de acuerdo a esta situación crítica de contaminación atmosférica que presenta la ciudad de Lima, existen distritos del área de estudio que presentan diferentes grados de contaminación atmosférica por el contaminante PM 2.5.

Finalmente, la población tiene una percepción de que la contaminación ambiental está influenciada por la actividad industrial y dicha contaminación está relacionada con los casos de IRAs que aquejan la población en el área de estudio.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general de la investigación**

Analizar y explicar el impacto de la actividad industrial en la salud de la población de la ciudad de Lima.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Conocer los principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial y las consecuencias que el patrón espacial ha ocasionado en la salud de la población del área de estudio.
2. Identificar cuáles son los distritos de la ciudad de Lima con mayor contaminación atmosférica (de acuerdo con el indicador del material particulado PM 2.5).
3. Analizar la percepción de la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio.

## **1.6. Justificación**

La contaminación del aire en la ciudad de Lima es un tema de fundamental interés, por lo tanto, el motivo de investigar: ¿Cómo afecta la contaminación atmosférica, producto de la actividad industrial, en la salud de la población en la ciudad de Lima?, se debe a que la actividad industrial en el área de estudio es uno de los principales focos contaminantes responsables de la polución del aire, principalmente, por el material particulado PM 2.5 ocasionando riesgo a la salud, el cual provoca Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en la población.

La importancia de esta investigación se basa en que es una propuesta encaminada en identificar las zonas de mayor contaminación ambiental por el contaminante PM 2.5, así como los distritos con más casos de IRAs durante los años 2014 y 2015. Esto resulta especialmente relevante en tanto son los niños y adultos mayores, los más vulnerables,

puesto que el PM 2.5 representa un riesgo para ellos. De esta manera, se brinda información que permitirá que se produzcan mejores acciones de monitoreo, control y reducción de las emisiones de contaminantes, teniendo en cuenta acciones de Gestión Ambiental de parte de las diferentes autoridades públicas competentes y con responsabilidad ambiental, tales como MINAM, MINSA, OEFA, PRODUCE, MINEM, Gobiernos Regionales y Locales (Municipalidades). Es decir, por parte de las autoridades competentes en poner prácticas de políticas ambientales para mejorar la calidad de vida, el desarrollo sostenible de las actividades económicas y, en general, el desarrollo sostenible del Perú. Asimismo, el presente trabajo de investigación es importante ya que, mediante el método de interpolación IDW, se ha generado data sobre aquellos distritos que carecen de estaciones de monitoreo de la calidad del aire por el contaminante PM 2.5 e identificado algunos distritos en condición “Moderada”, “Mala” y “Umbral de cuidado”. Por lo tanto, es necesario seguir evaluando los efectos de la contaminación ambiental y cómo esta afecta a la salud de la población, en diferentes ciudades del país, en donde las concentraciones de los contaminantes del aire sobrepasan el ECA por el material particulado PM 2.5 tales como La Oroya, Chimbote e Ilo; y, por ende, tomar medidas informadas para mejorar la calidad del aire en beneficio de la salud ambiental.

Del mismo modo, los resultados de la encuesta sobre la percepción de la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio pueden servir a las autoridades competentes para la toma de decisiones al evaluarlas a través del tiempo y, de esta manera, contribuir al planteamiento de políticas públicas medio ambientales para tener un ambiente saludable y una mejor calidad de vida. También, los resultados del estudio de percepción pueden ser la base para implementar planes de capacitación, programas locales de concientización ciudadana y de auto cuidado.

La presente investigación es viable, ya que se dispone de los recursos en data que son necesarios para realizarse. Por último, una de las limitaciones de la investigación es que la red de monitoreo automático de la calidad del aire, en particular del contaminante PM 2.5 en la ciudad de Lima, solo cuenta con un total de 10 estaciones, por lo tanto, se hizo necesaria la extrapolación de datos.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se desarrollaron los antecedentes internacionales, nacionales y locales; conceptos de Geografía económica y las principales teorías de localización; el concepto de Geografía de la percepción; precisiones conceptuales; factores meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica; principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial en la ciudad de Lima; efectos de la contaminación industrial en la salud pública; fuentes contaminantes de origen industrial; Sistema de Información Geográfica (SIG); y su uso en el estudio de distribución espacial de enfermedades. Toda la información que se presenta en este capítulo está enfocada a la actividad industrial y sus consecuencias en el medio ambiente y en la salud del ser humano.

### **2.1. Antecedentes internacionales, nacionales y locales**

En este apartado se desarrollan los estudios sobre los efectos de la contaminación del aire y su impacto en el medio ambiente y en la salud de la población a nivel internacional, nacional y local.

#### **2.1.1. Internacional**

El contaminante más peligroso para la salud de la población es el PM 2.5, ya que irrita las membranas mucosas y el tejido ocular. Al quedar atrapado en los pulmones, afecta el sistema respiratorio; agrava las enfermedades respiratorias y cardiovasculares; y altera los sistemas de defensa de los organismos (Travis, 1996, pág. 139). estas partículas son riesgosas para la salud porque pueden ingresar a la zona inferior de los pulmones y ocasionar lesiones en sus tejidos que el organismo tarda años en reponer

Sánchez, Romieu, Ruíz, Pino & Gutiérrez investigaron los efectos agudos de las partículas respirables de tamaño  $< 10 \mu\text{m}$ . (PM10) y del  $\text{SO}_2$  en la salud, en niños del área industrial de Puchuncaví, en el país de Chile. En dicho lugar se encuentra una fundición y refinería de cobre y una central termoeléctrica, cuyo consumo de carbón al año es de 700 mil toneladas. Este complejo industrial genera niveles de  $\text{SO}_2$  por encima de lo permitido; en cambio, los niveles de PM10 no son constantes ya que mayormente se

mantienen por debajo de los límites permitidos, con algunas excepciones en que las que los sobrepasa. Se llevó a cabo un análisis transversal y un modelo de regresión para determinar las asociaciones entre los niveles de los contaminantes y los efectos sobre la salud respiratoria (Sánchez, Romieu, Ruíz, Pino, & Guitiérrez, 1999, págs. 348-390). Se concluyó que los niños que viven en el área industrial de Puchuncaví sufren un impacto negativo en su salud, producto de las altas concentraciones de niveles de material particulado de tamaño  $< 10 \mu\text{m}$ . (PM10) y  $\text{SO}_2$ .

También en Cuba han tenido mucho interés en determinar la relación entre la contaminación del aire y la salud respiratoria. Es así que, en el Municipio de Regla, en la ciudad de La Habana, se realizó un análisis espacial de la influencia del  $\text{SO}_2$  y el  $\text{NO}_2$  sobre el asma bronquial en el que se utilizó el SIG y se procedió a sectorizar la ciudad en capas, ubicando en mapas los compuestos contaminantes de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ . El desarrollo de esta investigación se realizó en dos localidades: (1) Regla, en sus dos consejos populares llamados Guaicanamar y Loma Modelo, y (2) Casablanca, de tal manera que, para determinar la calidad de aire, se utilizó el modelo de dispersión de contaminantes. Se hallaron las concentraciones de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$  elevadas, por encima de la concentración máxima admisible en todo Regla, tanto Guaicanamar como Loma Modelo. Cabe señalar que estas localidades están cerca de una refinería, sin embargo, en Casablanca los niveles de concentración están por debajo de la concentración máxima admisible (Wallo, Cuesta, & Sánchez, 2007, págs. 4323-4330).

Se concluyó que la población de la localidad de Regla: Guaicanamar y Loma Modelo han sido perjudicados con un impacto negativo en su salud, particularmente en forma de crisis agudas de asma bronquial que los habitantes de Casablanca por la influencia de la contaminación del aire.

En el año 2011, Clean Air Institute realizó estudios acerca de la calidad del aire en ciudades y áreas metropolitanas más grandes de la región de América Latina y el Caribe. Las informaciones que solicitaron a las agencias de cada una de las ciudades fueron:

- a) "Descripción de la red de monitoreo, incluyendo número, ubicación y descripción de la estación, los contaminantes medidos, métodos y parámetros meteorológicos registrados".

b) “Promedios anuales de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10 y PM 2.5 de cada estación de monitoreo para 2011 y todos los años previos”.

c) “Porcentaje de datos válidos medidos cada año en cada estación de monitoreo”.

Luego, seleccionaron a los siguientes países con sus respectivas ciudades más pobladas: Ecuador (Quito), Puerto Rico (San Juan), Uruguay (Montevideo), Brasil (Belo Horizonte, Curitiba, São Paulo), México (Monterrey, Guadalajara, México DF, Puebla, Juárez, León), Colombia (Bogotá, Medellín), Bolivia (Cochabamba, La Paz, Santa Cruz), Perú (Lima-Callao), Chile (Santiago), El Salvador (San Salvador), República Dominicana (Santo Domingo) y, por último, Panamá (Ciudad de Panamá) (Clean Air Institute, 2012, págs. 11-27). Es preciso aclarar que la mayoría de las ciudades analizadas exceden los límites de Gestión de la Calidad del Aire (AEG) de la OMS. Por último, determinaron que los contaminantes de mayor preocupación son el PM 2.5 y el ozono, ya que estas partículas afectan directamente a la salud de la población.

La OMS (2016) señala que, a partir de estudios alrededor del mundo, se ha encontrado que la contaminación atmosférica tiene un impacto negativo; que este afecta generalmente a la población que reside en áreas urbanas; y, además, que se asocian 3 millones de muertes al año como producto de la contaminación atmosférica. También, la OMS señala que, en el año 2014, se estimó que 7 millones de muertes han sido consecuencia de la contaminación atmosférica, especialmente muertes ocasionadas por enfermedades cardiovasculares, pulmonar obstructiva crónica y cáncer al pulmón.

### **2.1.2. Nacional**

Cederstav & Barandiarán también se preocuparon por realizar un estudio sobre la relación entre las altas concentraciones de los contaminantes atmosféricos y sus consecuencias en la salud de la población de La Oroya. Los autores señalan que la zona urbana es la más afectada, ya que presenta niveles altos de contaminación del aire debido al PM y el SO<sub>2</sub> durante los años 1996 al 2001, que se emiten en grandes cantidades. A consecuencia de los elevados índices de SO<sub>2</sub>, se presenta un promedio anual que excede de dos a tres veces el nivel establecido por la OMS (Cederstav & Barandiarán, 2002, págs. 93-94). Con relación a este estudio, se determinó la existencia de un impacto negativo a la salud en la población de La Oroya, el cual consiste en que

daña el sistema respiratorio, causa asma, catarros crónicos, ahogo, fatiga, entre otros; siendo que estas enfermedades son crónicas, es decir, permanentes, y que, en algunos casos, generan la muerte.

Korc señala que en los últimos 22 años, la contaminación ambiental ha aumentado y se ha deteriorado significativamente a nivel de la ciudad de Lima y otras ciudades del Perú (Korc, 2002, pág. 305); por ejemplo, en el Perú la contaminación del aire se registra a inicios del siglo XX, principalmente por la instalación del Complejo Minero Metalúrgico de La Oroya, convirtiéndose en “La capital metalúrgica del Perú y Sudamérica”. Sin embargo, estos mismo hechos dieron origen a la ciudad con mayor contaminación atmosférica. Uno de los problemas más serios y perjudiciales para la población de dicha ciudad, como consecuencia de dicha actividad, es la generada por los siguientes contaminantes: SO<sub>2</sub>, Pb y otros metales pesados.

Asimismo, en el quinquenio entre el 2000 al 2004, CooperAcción y el Programa de Recuperación Ambiental tomaron muestras de aire de La Oroya para determinar el nivel de contaminación de Pb, Cd, SO<sub>2</sub>, partículas de fracción respirables PM 10 y PTS. La contaminación respecto al Pb fue de 10.4 µg/m<sup>3</sup>, un nivel alto comparado con 0.5 µg/m<sup>3</sup>. Referente a la contaminación promedio de SO<sub>2</sub>, esta fue de 1420 µg/m<sup>3</sup>, un nivel muy elevado comparado a 364 µg/m<sup>3</sup> diario. La contaminación promedio de partículas de fracción respirables PM10 fue de 193 µg/m<sup>3</sup>, que está por encima de 150 µg/m<sup>3</sup> diario si se toma como referencia los valores del ECA. Con relación a la contaminación promedio de Cd fue 0.36 µg/m<sup>3</sup>, nivel muy elevado comparado con el promedio de la OMS de 0.005 µg/m<sup>3</sup> anual. Finalmente, la contaminación promedio de las PTS fue de 323 µg/m<sup>3</sup>, el cual, nuevamente, está por encima del estándar anual establecido por Bolivia de 260 µg/m<sup>3</sup> (Pajuelo, 2005, pág. 78). A partir de dichos resultados, se concluyó que la contaminación atmosférica fue la responsable de las infecciones respiratorias observadas en la población de La Oroya, tales como asma, ahogo, fatiga, catarro crónico, entre otros.

El MINSA, a través de DIGESA, en base a la información de vigilancia epidemiológica que mostraba una alta tasa de morbilidad y mortalidad por IRAs en La Oroya, hizo un estudio sobre la prevalencia de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años,

asociado a la calidad del aire en la ciudad de La Oroya, Junín, en los años 2002-2003. Es importante destacar que dicho estudio epidemiológico ha tenido en cuenta que la mayoría de los centros educativos están situados en la zona urbana de La Oroya Antigua, la cual está expuesta a mayor contaminación ya que se encuentra muy cerca a la fundición de polimetales y a escasos kilómetros de las refinерías de cobre y plomo en La Oroya Nueva. Además, durante el periodo de estudio, los niveles de SO<sub>2</sub> y PM 2.5 sobrepasaron la norma para un promedio de 24 horas, mientras que las PTS y el NO<sub>2</sub> estuvieron debajo de la norma recomendada por los ECA y OMS. Los resultados de dicho estudio indicaron prevalencia alta de enfermedades respiratorias en escolares de 3 a 14 años, sobre todo los que viven en áreas cercanas a los contaminantes generados por el humo de las refinерías, la fundición y del parque automotor (MINSa, 2005, págs. 48-56). Como resultado, se determinó que las enfermedades crónicas presentadas en la ciudad de La Oroya fueron Rinitis alérgicas (23.4%), faringitis (20.52%) y asma acumulada (4.8%), entre otros.

### **2.1.3. Local**

El MINSa realizó un estudio epidemiológico de línea de base llamado “Prevalencia de enfermedades respiratorias en escolares de 3 a 14 años y los factores asociados a la calidad del aire” entre los meses de junio a agosto de 2003, en la ciudad de Lima, para determinar los factores de las enfermedades respiratorias como asma, rinitis alérgica y faringitis estaban asociadas a los contaminantes del aire. La población de estudio fueron los escolares de 3 a 14 años de niveles inicial, primaria y secundaria de centros educativos estatales y privados, localizados en los trece distritos de la DISA<sup>1</sup> V Lima Ciudad.

Utilizaron una metodología de diseño de estudio de corte transversal; es decir, un tipo de investigación observacional en la cual se analizan datos de variables recopilados en un determinado periodo de tiempo respecto a una población; para ello, se consideró

---

<sup>1</sup> Lima Metropolitana, por razones administrativas y geográficas del sector Salud ha sido dividida en 5 Subregiones o Direcciones de Salud, por ende, Lima ciudad es una DISA que conforman 13 distritos que concentra el mayor número y complejidad de las industrias del país (MINSa, 2005, pág. 1).

una población estudiantil de 312 217 matriculados en 1 214 centros educativos durante el año 2003, los cuales se dividieron en 3 estratos (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1: Niveles de contaminación atmosférica

<b>CONTAMINACIÓN DEL AIRE: FUENTES FIJAS, MÓVILES Y NATURALES</b>
ESTRATO I.- Son escolares de centros educativos con elevada exposición a fuentes contaminantes del aire, porque sus centros educativos se encuentran cerca a grandes industrias de igual o menor de 500 metros de distancia, además existe alto tráfico vehicular, lugares sin vías asfaltadas y sin áreas verdes.
ESTRATO II.- Están considerados los escolares de centros educativos que se encuentran expuestos a mediana contaminación atmosférica, por lo que están cerca de industrias medianas, localizadas a distancias entre 500 metros a dos kilómetros, también el tránsito vehicular es moderado; algunos lugares tienen vías de asfalto y carecen de áreas verdes.
ESTRATO III.- Aquí se consideran escolares de centros educativos con pequeña exposición a contaminantes del aire. Están ubicados cerca a pequeñas actividades comerciales que están a más de dos kilómetros de distancia, son zonas residenciales, el tránsito vehicular es mínimo, los lugares están asfaltados y cuentan con áreas verdes.

*Fuente: MINSA, 2005, págs. 2-30*

Los resultados de la contaminación atmosférica fueron los siguientes: para el SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, estuvieron dentro de los valores normales y no sobrepasaron los límites establecidos del ECA y según el valor de guía de la OMS respectivamente. Las PTS, durante el verano, registraron concentración por debajo del estándar fijado; sin embargo, en invierno, sobrepasaron el estándar de calidad de la EPA. Las concentraciones de partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5) excedían el valor referencial de calidad del aire para 24 horas, concluyendo que influye la calidad del aire sobre la incidencia de las enfermedades respiratorias (MINSA, 2005, pág. 50). Los resultados de este estudio mostraron que las incidencias de las enfermedades respiratorias crónicas en Lima Centro, en los 3 estratos, son consecuencias a la exposición de la contaminación del aire. Así, se presentaron los siguientes porcentajes: asma, 26.8%; rinitis alérgica, 21.3%; y faringitis, 18.96%.

También, el MINSA & DIGESA (2005), durante los años 2000-2005, identificaron altas concentraciones del material particulado encontrándose PTS en Lima Centro, Lima Norte, Lima Este y Lima Sur; las cuales fueron descritas e identificadas como zonas críticas, de tal manera que estas altas concentraciones de PM 2.5 superan el valor del ECA en los lugares mencionados anteriormente.

Asimismo, las partículas menores a 10 micras (PM10), sobre todo las más pequeñas; es decir, las menores a 2.5 micras (PM 2.5) significan un riesgo mayor para la salud de la población. Por lo tanto, las consecuencias de las actividades industriales producto de los procesos productivos son identificados como focos puntuales que emiten altas concentraciones del contaminante PM 2.5. Dichas concentraciones superaron el valor referencial del ECA de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio anual de partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5) en las estaciones ubicadas en Lima Norte, Lima Sur, Lima Este, Lima Centro y el Callao; y los valores más elevados se encontraron en la estación ubicada en Lima Centro. Esta exposición prolongada puede producir consecuencias negativas en el desarrollo mental de los niños y alteración del comportamiento.

Concluyeron que la contaminación atmosférica en la ciudad de Lima son producto de las actividades del parque automotor (fuentes móviles) y las fuentes fijas (industrias, grifos, restaurantes, entre otros) (MINSAL & DIGESA, 2005); es decir, estas actividades crean focos puntuales de contaminación del aire relacionados a contaminantes como el  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , partículas menores a 10 micras (PM10), partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5) y partículas totales en suspensión (PTS).

El MINSAL & DIGESA, en el año 2009, realizaron otro estudio, en la ciudad de Lima, encontrando que, en algunos días, el PM 2.5 excede los límites del ECA. También, manifestaron que existe una gran preocupación por la contaminación ambiental, ya que encontraron riesgo para la salud pública por las emisiones a la atmósfera, las cuales son consecuencia de la actividad industrial. Esta provoca intoxicaciones crónicas que afectan severamente el desarrollo humano, en particular a los niños y población de tercera edad, considerados como los grupos más vulnerables, en particular, en áreas identificadas con alto índice de pobreza (MINSAL & DIGESA, 2011, pág. 14); es decir, incrementa la presencia de las enfermedades crónicas; es por ello que deben de ser considerados en la investigación.

En conclusión, identificaron que, la ciudad de Lima sobrepasa más de cinco veces el límite permitido por la OMS, principalmente en cuanto a los niveles de concentración de partículas finas menores a  $2.5 \mu\text{m}$  (PM 2.5) (IMP, 2012, págs. 260-263). Por lo tanto, es fundamental resaltar que la exposición a estas partículas causa mucho daño a la salud, como la inflamación pulmonar, incrementando la mortalidad prematura.

## 2.2. Geografía económica

Ayllón menciona que existen diferentes definiciones del concepto “Geografía económica”. Una de ellas es el estudio de las actividades realizadas por el ser humano en el beneficio de los recursos naturales con la finalidad de satisfacer sus propias necesidades (Ayllón, 2004, pág. 11); es decir, es el estudio de las actividades económicas que se encuentran relacionadas entre las dinámicas de producción y consumo del ser humano.

Para Córdova, el concepto de “Geografía económica” comprende continuidades y variaciones, lo cual indica el interés científico por los temas espaciales de la economía. Por esta razón, entre inicios del siglo XX y la segunda mitad del mismo siglo, mediante el desarrollo de la “Geografía económica” es posible explicar la relación espacial de los fenómenos usando los términos área, región, lugar y paisaje. Cabe resaltar que estos términos no son sinónimos, sino que se relacionan con el concepto de espacio geográfico siendo el punto crucial la oferta y la demanda, teniendo un componente espacial. Además, Córdova (2002, pág. 182) indica que, a partir de 1960, se ha intentado definir a la “Geografía económica” en base de cinco interrogantes:

- a) ¿Dónde se localizan las actividades económicas?
- b) ¿Cuáles son las características de estas actividades económicas?
- c) ¿Qué otros fenómenos se relacionan con las actividades económicas?
- d) ¿Por qué se localizan las actividades económicas en el lugar dónde están?
- e) ¿Podrían localizarse las actividades económicas en otra parte para satisfacer mejor ciertos criterios económicos sociales?

Para finalizar, al analizar estas dos definiciones por parte de Ayllón y Córdova, se puede concluir que el objeto de la “Geografía económica” es el estudio de las relaciones del medio geográfico y las actividades económicas, de manera que las actividades humanas han modificado el medio natural y la ubicación espacial de las actividades económicas que influyen en otros factores. Estas son, por ejemplo, la mano de obra que puede ser barata o tecnificada; facilidad y bajos costos de transporte; existencia de suficiente fuente de energía; y, sobre todo, cercanías de centros urbanos de consumo.

### **2.2.1. Teorías y modelos clásicos de localización**

En este subcapítulo se explica cuáles han sido los factores y condiciones primordiales para que una industria y/o empresa se instale en un determinado lugar. Así también, muestra los trabajos empíricos que se han desarrollado desde el siglo XIX en adelante sobre aquellas fuentes que han investigado el origen de la localización y la concentración de industrias.

Las teorías de localización clásica tienen como punto central determinar cuáles son los lugares óptimos para la ubicación de las industrias desde un enfoque de demanda (bienes y servicios). Inclusive, las diferentes teorías de localización proporcionan una estructura para analizar e interpretar decisiones de localización y movimientos en el territorio, así como las estructuras espaciales a las cuales están relacionados con aquellos patrones del uso de suelo. El espacio como punto importante entre los aspectos de la oferta y demanda de los estudios económicos es el soporte físico de las teorías de localización, cuyo objetivo principal ha sido exponer la lógica en las que se apoyan las decisiones de las industrias para ubicarse en un lugar determinado ya sean, actividades primarias, secundarias y terciarias; teniendo como principal propósito obtener el mayor provecho posible. Para ello, se toman en cuenta diversos factores como, por ejemplo: mayor mercado, recursos naturales, infraestructura urbana, transporte y mano de obra (Córdova, 2002, págs. 186-199). Es decir, identificar un determinado espacio geográfico para la ubicación de una determinada industria para obtener el mayor provecho posible. Es necesario precisar que, en el contexto de las teorías de localización, destaca la teoría locacional que plantea integrar la dimensión espacial basándose en la teoría económica clásica, con el objetivo principal de explicar y predecir las decisiones geográficas para la instalación de una determinada industria. En esta línea se encuentran los siguientes trabajos:

En primer lugar, el trabajo realizado por Johann Heinrich Von Thünen (1783-1850) fue un modelo de la localización económica y espacial de las actividades productivas primarias o agrícolas expuesto en su obra “El estado aislado”, publicada en el año 1826. Él se interesa exclusivamente por las condiciones y estructura productiva del espacio rural con relación a un núcleo urbano de comercialización. En su obra realizó un gráfico,

el cual expone cómo todos los sectores se localizan en un territorio. Lo desarrolló de una manera monocéntrica; es decir, solo hay un centro a partir de donde giran todos los sectores. En el centro se ubica la tierra de mayor productividad y al mismo tiempo es la más costosa, de esta manera y evoluciona un sistema de seis círculos concéntricos aledaños de una determinada ciudad que delimita áreas de explotación agrícola. Proponiendo lo siguiente:

1. "Cultivos hortícolas y producción de leche".
2. "Silvicultura".
3. "Cultivos alternos de cereales".
4. "Campos de pastos".
5. "Cultivos de siembras de trienales".
6. "Cría de ganado".

Esta teoría ha sido muy importante ya que dio inicio al marco teórico de la Teoría de Localización Central (Córdova, 2002, pág. 188); en el cual la distancia es muy importante en la intensidad de uso del suelo.

En segundo lugar, Alfred Weber (1886-1958) desarrolló el modelo triangular de la localización industrial y del transporte, publicado en el año 1909. Él ejecuta su trabajo cuando el sector industrial se encontraba en todo su apogeo. Su teoría de localización industrial fue denominada "Teoría de la ubicación industrial". La principal característica de su modelo está basada en un patrón espacial de costos de distancia y transporte (Chavarría, Rojas, & Sepúlveda, 2002, pág. 79); de esta manera, manifiesta que, si un grupo de empresas manufactureras se localizan en una misma región, todas ellas obtendrán mayores beneficios; es decir, al instalarse la industria en centros urbanos, tendrán ahorros de costos de transporte, cercanía de los consumidores y proveedores de tal forma que pueden ser más competitivos.

En tercer lugar, Walter Christaller (1893-1969) señala que la función primordial de una ciudad es servir de lugar central, facilitando bienes y servicios al espacio rural que lo rodea. De tal modo que desarrolló la "Teoría de los lugares centrales" en el año 1933. Se basa en un modelo de centros urbanos primordiales que están preparados de tal manera que los centros de consumo en un determinado territorio rural no deben de

distanciarse más de cuatro kilómetros de distancia del centro de consumo. Este tipo de organización de espacio viene a hacer una guía de una estructura elemental de triángulos equiláteros agrupándose en hexágonos regulares (Chavarría, Rojas, & Sepúlveda, 2002, págs. 60-70). En síntesis, es una teoría que está relacionada a la distribución y jerarquización de los lugares centrales en un espacio isotrópico, ya que precisa que una actividad comercial debe de localizarse en un lugar central que es aquel que ofrece un servicio a un área circular, convirtiéndose esta en un área complementaria, la cual puede cumplir una o múltiples funciones.

Por último, August Lösch (1906-1945) afina los análisis de sus predecesores, principalmente de Thünen y Christaller. Su obra se enfoca en la idea de un espacio homogéneo e isótropo en un área natural de mercado. Es un producto específico en forma de círculo cuyo centro se encuentra ocupado por los productores o vendedores de un servicio. Su obra fue publicada en el año 1938 (Vinuesa, 1991, págs. 49-50) y manifiesta que el espacio permite la competencia económica entre otros productores, los cuales ocuparán gradualmente las áreas disponibles para un determinado mercado, creando nuevos círculos de influencia.

### **2.3. Geografía de la percepción**

Vara señala que el principal propósito de estudio de la “Geografía de la percepción” es el espacio y que este siempre será una realidad subjetiva y el método para su estudio radica en las percepciones: entre estos se encuentran, por ejemplo: los usuarios, los cartógrafos, los geógrafos y los planificadores. De tal manera que el análisis del espacio geográfico es muy complejo y, como resultados, su planificación también lo es ya que se entrecruzan un gran número de factores sociales, así como también un sistema de valores y de finalidades (Vara, 2010, pág. 343); es decir, para ser capaces de expresar los resultados de un estudio de percepción desde un principio se tiene que aplicar herramientas eficaces y los resultados tienen que estar contrastados con otras técnicas como los mapas mentales o las encuestas a los diferentes agentes urbanos, los cuales nos ofrecen un panorama muy completo entre las diferentes perspectivas y percepciones del espacio.

Lemus & Urquía (2018, pág. 134), indican que la “Geografía de la percepción” pertenece a la rama de la geografía humana, la cual considera las imágenes mentales y la percepción de los individuos que construyen un espacio. Ello nos permite formar un panorama muy amplio, que se basa en las necesidades y afectos de la población. También citan a Haro (1983) quien señala que dicho concepto se inicia en que el ser humano mediante su mundo sensorial, cognitivo y cultural tiene contacto con su medio y reacciona sobre él. Por ello, concreta unas ideas, unos juicios de valor, de rechazo o aceptación sobre su espacio.

Analizando los conceptos de los autores mencionados, se concluye que la “Geografía de la percepción” es una rama de la geografía humana en la que se tienen en cuenta las imágenes mentales y la percepción de las personas localizadas en un espacio geográfico, con el propósito de obtener respuestas sobre las connotaciones que un grupo percibe, las cuales están basadas en sus necesidades, cultura, grupo social, mundo sensorial y cognitivo. En el mismo espacio los individuos concretan ideas, tendencias y juicios de valor; sin embargo, la toma de decisiones no solamente es objetiva sino también es un proceso de información subjetiva, por lo que puede haber aceptación o rechazo.

Para expresar los resultados de un estudio de percepción, se tiene que aplicar técnicas como los mapas mentales o encuestas a la población sobre el tema y las diferentes percepciones a las personas que ocupan un espacio.

## **2.4. Precisiones conceptuales**

### **2.4.1. Contaminación atmosférica**

El Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial (2004, pág. 25) manifiesta que el concepto contaminación atmosférica implica la presencia en la atmósfera de sustancias o compuestos en una determinada cantidad que pueden ocasionar riesgos en la salud del ser humano. Asimismo, una de las principales consecuencias proviene de los procesos industriales que implica la combustión creando dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. También, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos, ya que no han realizado combustión completa.

Figueruelo & Marino (2004, pág. 37) señalan que se determina “Contaminación atmosférica” cuando esta contiene sustancias extrañas a su composición natural en una concentración suficiente para ocasionar riesgos en la salud de la población, animales, vegetales y el medio ambiente en general.

De acuerdo a estas definiciones, una atmósfera contaminada puede ser dañina para la salud humana, las plantas, los animales y para todo el ecosistema. Es preciso manifestar que uno de los problemas más serios y prolongados en las ciudades del Perú es la contaminación atmosférica urbana. En la ciudad de Lima, la de mayor contaminación del aire, esta se focaliza en los corredores industriales poniendo en riesgo la salud de la población (Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima-Callao, 2010, pág. 26). Además, señala que las concentraciones de PM 2.5 se encuentran muy por encima de los Estándares de Calidad del Aire.

#### **2.4.2. Salud ambiental**

La OMS indica que el término “Salud ambiental”, citado por Rengifo en 1972, se relaciona con el control de los procesos químicos, físicos y biológicos, influencias o factores que ejercían efecto directo o indirecto significativo en la persona y la sociedad (Rengifo, 2008, págs. 405-406). También, lo define como una ciencia entre la relación que existe con el ser humano y su medio ambiente.

Para Garza & Cantú (s.f, pág. 1) aquello definido como “Salud ambiental” es la relación del equilibrio ecológico que tiene que existir entre el hombre y su medio que haga posible su bienestar. De acuerdo con las definiciones de los autores citados, se concluye que el término salud ambiental tiene múltiples significados; pero, todas lo relacionan a la protección, preservación, restauración ambiental y, en general, ponen énfasis en disminuir los efectos nocivos al ambiente y seres vivos, ya que ello afecta a la salud. Sin embargo, para que realmente exista un ambiente sano se debe reducir y mitigar la contaminación del ambiente producidas por fuentes antropogénicas, siendo una de ellas la actividad industrial.

### 2.4.3. Calidad de vida

Durante muchos años no se ha podido llegar a un verdadero consenso sobre qué es “Calidad de vida” debido a que cada individuo tiene una manera diferente de interpretar su significado en términos prácticos. Podríamos decir que no existe una definición única y universal y que, por ello, representa un término multidimensional y multidisciplinario.

Ardila señala que la “Calidad de vida” es una actitud en la cual el hombre concreta un estado de satisfacción que estaría relacionado a los aspectos subjetivos y objetivos que se pueden identificar entre las percepciones del individuo. Por un lado, se determina una sensación subjetiva de bienestar físico, psicológico y social (Ardila, 2003, pág. 163) la cual implica ciertos factores, tales como la intimidad, la expresión emocional, la seguridad percibida y la productividad personal. Respecto al aspecto objetivo, este tiene relación con el bienestar material, las relaciones armónicas con el ambiente físico, social y con la comunidad, y la salud objetivamente percibida.

La OMS manifiesta que la “Calidad de vida” es una manera de percepción que el ser humano encuentra con respecto al entorno o al lugar que ocupa, tanto en su ámbito cultural y en sus relaciones con sus objetivos, expectativas, criterios y preocupaciones (OMS, 1996, pág. 385); es decir, la conjugación de estos múltiples factores sería aquello que le permite al hombre tener un equilibrio de su salud física, su estado psicológico, su grado de autosuficiencia, sus relaciones sociales, los factores ambientales y sus creencias personales.

Por otro lado, Discoli et al. mencionan que la “Calidad de vida” se encuentra presente en todas las discusiones cotidianas y académicas. A nivel global, se reconoce la degradación del medio ambiente y cómo esto ha repercutido en el ser humano, sobre todo a nivel de la salud (Discoli et al., 2010, pág. 97). Este concepto está condicionado por un modelo especialmente productivo, el cual se ha centrado en el desarrollo del aspecto económico transgrediendo la relación con el medio ambiente, teniendo como objetivo una lógica de crecimiento material sostenido, conglomeración económica y un excesivo consumo de los recursos naturales que a su vez fueron considerados como infinitos, por ejemplo, los que hacen posible la combustión fósil.

## **2.5. Factores meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica**

Hayas (1991, pág. 194) señala que los factores meteorológicos tienen una estrecha relación con los niveles de contaminación, los cuales son el viento, la inversión térmica y la precipitación, ya que este es el medio en que se transportan los contaminantes.

### **2.5.1. El viento**

Jon señala que el viento influye directamente en la concentración de los contaminantes. La contaminación atmosférica disminuye si la velocidad del viento aumenta. Por lo tanto, la contaminación del aire en un radio cercano a su fuente está relacionada con los períodos de vientos débiles y, excepcionalmente, ocurre con vientos intensos. El autor manifiesta que, para evitar la contaminación local, muchas fábricas construyeron chimeneas muy altas, para que las emisiones contaminantes se mezclen con el aire de las capas superiores y fueran transportadas rápidamente muy lejos de la fuente. Esta medida trajo como consecuencia que un problema local se convierta en regional, ya que los contaminantes se desplazaron lejos, impactando negativamente los lugares donde llegaba el viento (Jon, 1993, págs. 39-40). Es así como Suecia y Noruega sufren los efectos de la emisión de contaminantes provenientes de las regiones industriales de Europa, de igual manera le ocurre a Canadá, ya que este país es afectado por la contaminación de las zonas industriales del valle del Río Ohio de Estados Unidos.

Sobre el viento, Travis menciona que su velocidad aumenta cuando se desplaza a mayor altura del suelo (Travis, 1996, pág. 119) y, también, que las emisiones contaminantes de una chimenea elevada se dispersan más rápido que cuando son liberadas cerca al nivel del suelo.

### **2.5.2. La inversión térmica**

Travis indica que la “Inversión térmica”, es una característica que adquiere la atmosfera cuando una capa de aire inicialmente fría se calienta por acción de otra capa de aire caliente, invirtiéndose la tendencia normal del aire de disminuir su temperatura al ascender la altitud. Se genera la inversión térmica cuando la superficie del suelo pierde calor a través de la radiación durante la noche; es decir, el aire que se encuentra a nivel

de la superficie terrestre su enfriamiento es más rápido que las otras capas superiores. Sin embargo, durante el día, los rayos solares calientan el suelo lo suficiente para que la inversión desaparezca. Cuando el aire frío permanece cerca del suelo y se calienta, se elevan los contaminantes. Y, como resultado, Estos quedan atrapados sobre la superficie del suelo sin dispersarse (Travis, 1996, págs. 118-119). En general, las inversiones que permanecen varios días mayormente se dan en valles o cuencas encerrados entre montañas, ya que el aire frío que se asienta, baja por las laderas del valle. Por ejemplo, este fenómeno se dio en las ciudades de los Ángeles y Denver en EE.UU. En el transcurso de una inversión térmica en la cual el aire caliente se ubica encima del aire más frío, actúa como una capa que obstruye el movimiento ascendente, por lo que la contaminación del aire se mantiene cerca de la ciudad. Al no dispersarse, esta puede impactar negativamente en la salud de la población e, incluso, puede causar la muerte.

Butteler, menciona el caso de la ciudad de Londres, Inglaterra, considerado como un acontecimiento histórico relevante para la comprensión de esta problemática. En 1952, aproximadamente 4 mil personas fallecieron y 10 mil personas fueron hospitalizadas producto de una inversión térmica que tuvo una duración de alrededor de 4 días. Ese año, se reportó un invierno más frío que el promedio. Este ocasionó que los residentes de Londres utilizaran su sistema de calentamiento (chimeneas de leña) (Butteler, 1996, pág. 63). Ello, sumado a la actividad industrial de esa época, dio origen al fenómeno de inversión térmica. Así, se concentraron todas las emisiones domésticas e industriales al nivel del suelo, creando enormes cantidades de contaminantes como partículas suspendidas, dióxido de carbono y ácido clorhídrico en altas concentraciones.

### **2.5.3. La precipitación**

Hayas (1991, pág. 198) señala que las lluvias tienen una gran importancia en la eliminación de las partículas superiores a 2 micras y las que tienen un menor tamaño ya que estas se extienden, al seguir el flujo del aire, en la formación de las gotas de lluvia o también sirven como núcleos de condensación para formar nubes o nieblas. De esta manera, las partículas son eliminadas de la atmósfera al producirse la precipitación.

## 2.6. Principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial en la ciudad de Lima

El proceso de evolución de la actividad industrial en la ciudad de Lima se da a partir del año 1840, a pesar de que no había condiciones favorables, tales como la mano de obra (“calificada y no calificada”), el capital que era escaso, la infraestructura insuficiente, la geografía que impedía el comercio y las comunicaciones con el interior del país (Calderón, 2016, pág. 112). Es así que las empresas industriales se crearon lentamente hasta el año de 1949 (Cuadro 2.2) y en el año de 1959 se notó un crecimiento de la actividad industrial, de tal manera que había 2 097 (80.5%) empresas industriales en el área de estudio.

Cuadro 2.2: Evolución de las industrias

AÑOS	EMPRESAS INDUSTRIALES	PROPIETARIOS
1848	Papel, velas y textil.	
1860 -1870	Fideos, galletas, chocolates y licores. En el sector alimentos se crearon “El Tigre” y “El Gallo”.	En su mayoría los inversionistas en el sector industrial fueron inmigrantes.
1890	Gaseosas tales como “Kola Inglesa” y “Inca Kola”. Fideos con las marcas: “El Fenix”, “San Carlos”, “Lavaggi” y “Nicolini”.	Propiedad de italianos.
1922	Cerveza Cristal.	
1933	Química Suiza.	
1949	Neumático Good Year.	

Fuente: Calderón, 2016, págs. 114-191

La ciudad de Lima, en el año 2016, registró 993 179 empresas industriales (INEI, 2016, pág. 105). Por ello, en la actualidad, el área de estudio es el más importante del Perú con respecto al sector industrial. Para que exista la actual ubicación industrial han influido factores económicos, políticos y sociales que se detallarán a continuación.

### 2.6.1. Factores económicos

Los factores económicos que han influenciado en la instalación de la actividad industrial en la ciudad de Lima fueron los siguientes:

A través del Puerto del Callao, las empresas realizaban el comercio, las importaciones y exportaciones. Además, permitió la llegada de migrantes, en su mayoría europeos de gran emprendimiento, que se establecieron en la ciudad de Lima, muchos de ellos crearon fábricas (1876) en el rubro de alimentos y bebidas. También, las innovaciones y descubrimientos tecnológicos que se daban en los países desarrollados, llegaban en menor tiempo al área de estudio, tales como: electricidad, ferrocarril, telégrafos entre otros.

En su momento, el sistema ferroviario permitió al sector industrial que la producción lleguen a mercados a los que antes no podían y a menores costos. Así, estos podían competir con las industrias del interior del país. También, en la era republicana (1876) se dió la creación de los primeros bancos en la ciudad de Lima que tenían la capacidad de financiar las actividades industriales, comerciales y agrícolas de la zona. En el período 1985 a 1993, el área de estudio invirtió un promedio del 83.83% de los ingresos de la banca comercial de todo el Perú (INEI, 1995, cap. 3). En la actualidad, el área de estudio tiene el sistema financiero más desarrollado del Perú. Además, la importación del automóvil, ómnibus, construcción de avenidas y carreteras facilitaron el transporte de la producción nacional y de personas. Otro factor muy importante fue la energía eléctrica que se empezó a utilizar en las industrias a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX.

Otro de los avances relacionados a la localización industrial fueron las comunicaciones, tanto locales, nacionales e internacionales. Así, tenemos que desde 1892, primero con el telégrafo y después con el teléfono, se podían hacer coordinaciones y transacciones comerciales. Otro factor importante fue la reducción del costo paramovilizar bienes y personas, la economía de aglomeración; es decir, cuanto mayor es el sector industrial, también crece la población de la ciudad y las redes de comercialización, esto influye en la productividad y el crecimiento económico.

### **2.6.2. Factores políticos**

Factores políticos que influyeron en la localización de las industrias en la ciudad de Lima fueron:

Políticas proteccionistas al sector industrial con la finalidad de crear industrias (1845) tales como incentivos a la reducción de obligación tributaria y la eliminación de impuestos a la importación de insumos (Calderón, 2016, págs. 138-141). En la década de 1920, se dio la política de inversión en infraestructura a la industria del cemento. Posteriormente, entre los años 1930 a 1940, el tipo de cambio se devaluó, así como el control de precios y derechos a las importaciones.

En 1959, el Gobierno aprobó la “Ley de promoción industrial” (Ley N° 13 279) con la finalidad de incentivar la inversión industrial a través de reinversión de utilidades libres de impuestos y de protección arancelaria (Garland & Saavedra, 1991, págs. 7 y 8). Esta ley fue dirigida al sector industrial en general, tanto locales como extranjeros. La ley N° 13 279 estuvo dirigida al mercado interno y se basó en la industrialización por sustitución de importaciones y en la satisfacción de la demanda interna.

Desde 1960, el Estado ha fomentado la creación de empleo mediante el empleo Público y la promoción de la industria. En 1970, el Gobierno Militar promulgó la “Ley General de Industrias”, Ley N° 23 407 (Garland & Saavedra, 1991, pág. 15). Dicha ley prohibía la importación de todo bien que tuviese un análogo producido por empresarios peruanos y se liberó el pago de derechos de importación de bienes de capital e insumos.

En el año 2014 se promulgó la “Ley de desarrollo productivo con valor agregado” con la finalidad de fortalecer el desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa (MIPYME). Según esta, entre las principales políticas del Estado se encuentran:

- a) Obligación de compras estatales que incrementen la productividad y competitividad
- b) Promoción de crecimiento, diversificación y consolidación de las exportaciones directas e indirectas

Como se puede apreciar, uno de los factores para la localización industrial en la ciudad de Lima ha sido que, a través de políticas del Estado, se ha incentivado, promovido y fortalecido al sector industrial.

### 2.6.3. Factores sociales

Los factores sociales que han influenciado en el proceso de la instalación del sector industrial en la ciudad de Lima fueron los siguientes:

Uno de los principales factores para la localización industrial en la ciudad de Lima ha sido conseguir mano de obra “calificada y no calificada” fácilmente y en forma permanente. A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX se dieron las migraciones externas, principalmente de Europa y otros países del mundo, con la intención de establecerse, en el caso de la mayoría de los migrantes, en la ciudad de Lima (Calderón, 2016, págs. 101-105), muchos de estos migrantes eran emprendedores satisfactoriamente calificados profesionalmente de tal manera que crearon nuevas empresas industriales.

Otro factor social importante fueron las migraciones internas. La aglomeración de la población en la ciudad de Lima también se debió a mejores condiciones laborales, a las migraciones internas de las ciudades de la costa y la sierra entre 1910 y 1920 por una población migrante de clase media a Lima porque esta les ofrecía mejores condiciones salariales (Calderón, 2016, págs. 159-160). También, las migraciones del campo a la ciudad (1940) se debieron a la pobreza y explotación de parte de los terratenientes y, de manera lamentable, el Conflicto Armado Interno desplazó a más de medio millón de personas de los Andes hacia nuestra área de estudio en la década de los ochenta.

A pesar de las constantes olas migratorias, hasta el año 1950 hubo escasos de mano de obra para trabajar en el sector industrial; sin embargo, en 1961 con la “Ley de barrios marginales” el Estado reconocía las invasiones y esta ley comprometía al Estado a la instalación de servicios públicos (agua, desagüe y luz eléctrica), título de propiedad, remodelación de calles entre otros (Calderón, 2016, págs. 129). Para el año 1998, en la ciudad de Lima existían ya 833 asentamientos humanos con una población de 2 623 000 habitantes que representaba el 38% de la población del área de estudio.

En la actualidad, la mano de obra disponible se basa en el crecimiento natural de la población que vive en la ciudad de Lima (Seminario & Zegarra, 2014, pág. 30). Ello también lo afirma el INEI (1995, pág. 25) pues señala la evidencia de un rápido crecimiento poblacional en el Perú que se ha dado en particular en la ciudad de Lima a

través de los 7 últimos censos en comparación con las otras ciudades del país (Arequipa, Trujillo, Chiclayo entre otros).

## **2.7. Efectos de la contaminación industrial en la salud pública**

Romero, Más, Lacasaña, Rojo, Aguilar y Romieu realizaron estudios sobre los casos de consultas de urgencia entre la asociación de los contaminantes atmosféricos y el incremento de las crisis agudas de asma bronquial en la ciudad de la Habana (2004, pág. 223). Estos autores manifiestan que, en La Habana, cientos de millones de personas padecen de enfermedades respiratorias cada año, y estas enfermedades se asocian con la contaminación del aire, sobre todo aquella que es producto de la actividad industrial (fuentes fijas) que emite altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que carecen protección sanitaria. Otro factor importante que fue detectado es que las industrias presentan chimeneas que no tienen la altura suficiente para disipar los contaminantes, lo que produce es que aumente la acción de los contaminantes en su área de influencia y, en muchos casos, carecen de medidas de control para minimizar la contaminación atmosférica.

El MINAM declara que la contaminación atmosférica una de las principales causas son las emisiones que devienen de las fuentes móviles y fijas (actividad industrial) sobre todo de las actividades mineras y pesqueras, causando problemas en ciudades como La Oroya y Chimbote (MINAM, 2016, pág. 21). Esta contaminación sobre todo se evidencia por el uso de los combustibles fósiles, combustibles líquidos con alto contenido de azufre, actividades productivas y extractivas que trabajan con tecnologías obsoletas y peor aún sin ningún tipo de control, emitiendo contaminantes como el material particulado, gases y otros que existen en el ambiente.

En tal sentido, la actividad industrial es una amenaza significativa para la salud pública y al medio ambiente (Bueno de la Heras, Sastre, & Lavin, 1997). Además, entre las más frecuentes de las emisiones tóxicas producto de la actividad industrial se deben considerar partículas suspendidas, dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, ácidos y amoníaco.

### **2.7.1 Material particulado (PM 2.5)**

En efecto, las partículas finas menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5) son dañinas para la salud del ser humano. Debido a su tamaño, pueden introducirse al pulmón con mucha facilidad, provocando inflamación, aumentando significativamente el riesgo de cáncer y elevando el índice de mortalidad prematura (Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima-Callao, 2010, pág. 26). También, la exposición al material particulado PM 2.5 podría provocar hipersensibilidad o hiperreactividad bronquial y aumentar la virulencia de las infecciones respiratorias; por lo tanto, se incrementa el índice de mortalidad.

González y Steenland señalan que en la ciudad de Lima se evidencia la problemática de la contaminación atmosférica, debido a que los valores del PM 2.5 se encontraban por encima de la norma del Perú ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y de la OMS ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Y que, en los últimos 10 años, el PM 2.5 excede a la norma de OMS ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  frente a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Se estima, por ello, que el riesgo para los habitantes de la ciudad de Lima de contraer estas enfermedades que podrían provocar la muerte cardiopulmonar sería 1.25 (González & Steenland, 2014, pág. 398); es decir, aplicando la fórmula para calcular la fracción atribuible (4) ha detectado que el nivel excesivo del PM 2,5 podría provocar 2 300 muertes prematuras anuales.

### **2.8. Fuentes contaminantes de origen industrial**

La contaminación del aire puede tener un doble origen: el primero por su condición natural (Erupciones volcánicas, incendios forestales, entre otros) y el segundo origen posible es el antropogénico. Sin embargo, es necesario precisar que se analizarán las fuentes contaminantes de origen antropogénico.

Con respecto a las fuentes contaminantes de origen antropogénico, estas son muy relevantes ya que generan problemas en la salud pública. Su origen recae en diferentes actividades realizadas por el hombre (industrias, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas) (MINAM, 2016, pág. 18). Asimismo, estas fuentes de contaminación atmosférica se pueden clasificar en fijas y móviles. También se señala que las emisiones del contaminante material particulado provienen de las fuentes fijas y una de estas son las plantas industriales.

Aránguez et al. (1999, pág. 124) subrayan la evidencia de que la actividad industrial genera un impacto en el medio ambiente; es decir, la utilización de combustibles fósiles y, dependiendo del tipo de grandes factorías aisladas o de procesos industriales, las emanaciones de dichos contaminantes afectan a la salud de la población.

Cuadro 2.3: Principales fuentes de contaminación atmosférica

FUENTES NATURALES	FUENTES ANTROPOGÉNICAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Volcanes.</li> <li>❖ Incendios forestales por rayos.</li> <li>❖ Descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos.</li> </ul>	<b>Fuente fijas o estacionarias:</b> Incluyen a los sectores:	<b>Fuentes móviles:</b> Vehículos automotores.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Procesos industriales</li> <li>❖ Comerciales</li> <li>❖ De servicios o actividades que generan contaminación a la atmósfera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Automóviles.</li> <li>❖ Camiones.</li> <li>❖ Autobuses.</li> <li>❖ Motocicletas.</li> </ul>

Fuentes: Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial (2004, pág. 22)

## 2.9. Sistema de Información Geográfica (SIG) y su uso en el estudio de distribución espacial de enfermedades

Peña menciona que es muy complejo determinar el concepto del SIG y que aún no existe un consenso a la hora de definirlo. Precisa, sin embargo, que los SIG son una herramienta que nos permite gestionar y analizar la información espacial. Además, hace hincapié en que el uso del SIG es el resultado de la necesidad de disponer de información para resolver problema y contestar a preguntas de modo inmediato (Peña, 2006, pág. 95); es decir, los SIG son herramientas de apoyo en la toma de decisiones y que nos permite integra base de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos.

Carmona señala que el SIG apareció inicialmente como una idea particularmente espacial o de ubicación (2012, pág. 95); también, los SIG son medios muy importantes, útiles y aplicados en muchos campos, tales como catastro, impacto ambiental, entre otros.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014, pág. 5), afirma que los SIG son herramientas que capturan, almacenan, recuperan, procesan y entregan visualizaciones de información espacial del mundo real.

## CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

En el presente capítulo se desarrollan los aspectos metodológicos y se describen los pasos que se siguieron para realizar la tesis. La estrategia principal es el análisis espacial entre la interrelación del contaminante PM 2.5 y los casos de IRAs que manifiesta la población del área de estudio. Asimismo, el proyecto de investigación se ha elaborado a partir de la información brindada por SENAMHI que consistieron en los promedios diarios del contaminante PM 2.5, y los registros del MINSA que consistieron en las consultas de urgencia de IRAs de toda la población durante los años 2014 y 2015.

### 3.1. Esquema metodológico

El trabajo de investigación se ha realizado mediante tres etapas, las cuales son:

#### 3.1.1. Etapa 1: Trabajo de gabinete

El trabajo consistió, en primer lugar, en la identificación, elección y definición del tema de investigación, cuyo objeto de estudio es: La actividad industrial y su impacto en el territorio: una aproximación a partir del caso limeño.

Después de ejecutar el primer paso, se realizó la recopilación de las informaciones de las fuentes primarias, secundarias y terciarias a través de las fuentes físicas y digitales.

En tercer lugar, se determinó el planteamiento de investigación, el cual consistió en la identificación del problema central, la pregunta central, tres preguntas específicas, la formulación de la hipótesis, el objetivo central, tres objetivos específicos y, por último, la justificación.

En cuarto lugar, se realizó la elaboración del marco teórico. A partir del contexto anterior se desarrollaron los antecedentes internacionales, nacionales y locales; conceptos de Geografía económica y la Geografía de la percepción; y precisiones conceptuales, cuya información está enfocada en la contaminación atmosférica y sus consecuencias al medio ambiente y en la salud de la población.

En quinto lugar, la planificación del trabajo de investigación consistió en la elaboración del cronograma (desarrollo de la estructura de la tesis) y, también, la planificación para la salida de campo. Es preciso indicar que, antes de proceder al trabajo de campo, se planificaron las actividades y se prepararon los materiales que se dispusieron para dichas salidas.

### 3.1.2. Etapa 2: Salida de campo

En la segunda etapa se ejecutó el trabajo de campo y, para ello, se planificaron dos salidas. El primer paso consistió en dividir en cuatro grandes zonas la ciudad de Lima (Lima Norte, Lima Centro, Lima Este, y Lima Sur). Según la delimitación, se procedió a la primera salida de campo que consistió en el reconocimiento de las zonas industriales. Finalmente, la segunda salida consistió en la aplicación de la encuesta en el distrito de Independencia.

**Primera salida de campo.** - Se realizó el 30 de agosto de 2016 desde las 7.30 a. m. hasta la 6.30 p. m. Consistió en el reconocimiento de las zonas industriales en el área de estudio (INEI; 2016, pág. 105). Para ello, se recabó previamente una base de datos clasificada por las zonas interdistritales y el número de industrias que existen en cada zona (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Empresas, según área interdistrital, 2016

ÁREA INTERDISTRITAL	ABSOLUTO	%
Lima Norte	206 740	22.42
Lima Centro	384 859	41.75
Lima Este	199 377	21.63
Lima Sur	130 946	14.20
<b>Total</b>	<b>921 922</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI, 2016, pág. 105

Previo a la salida de campo, se procedió a delimitar la zona geográfica tal como se visualizan en los Mapas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 con el objetivo de puntualizar y, de esta manera, bordear mejor la ciudad de Lima. Esta se ha dividido en 4 zonas o conos, teniendo como resultado: Lima Norte, Lima Centro, Lima Sur, y Lima Este; ya que la ciudad de Lima es muy extensa. Además, se realizó la división del área de estudio

tomando como referencia a otras instituciones, por ejemplo: INEI, CENEPRED, CIGA-PUCP, entre otros; en el cual estas instituciones al realizar algún estudio y/o investigación referente a la ciudad de Lima o Lima Metropolitana la dividen también en 4 zonas o conos.

En lo que concierne a la manera en la que se ha determinado la zona industrial en la ciudad de Lima, se utilizaron las herramientas de Google Earth Pro, Google Maps y ArcGis 10.1; estas herramientas han sido útiles ya que han servido para la identificación y ubicación de las zonas industriales de toda el área de estudio.

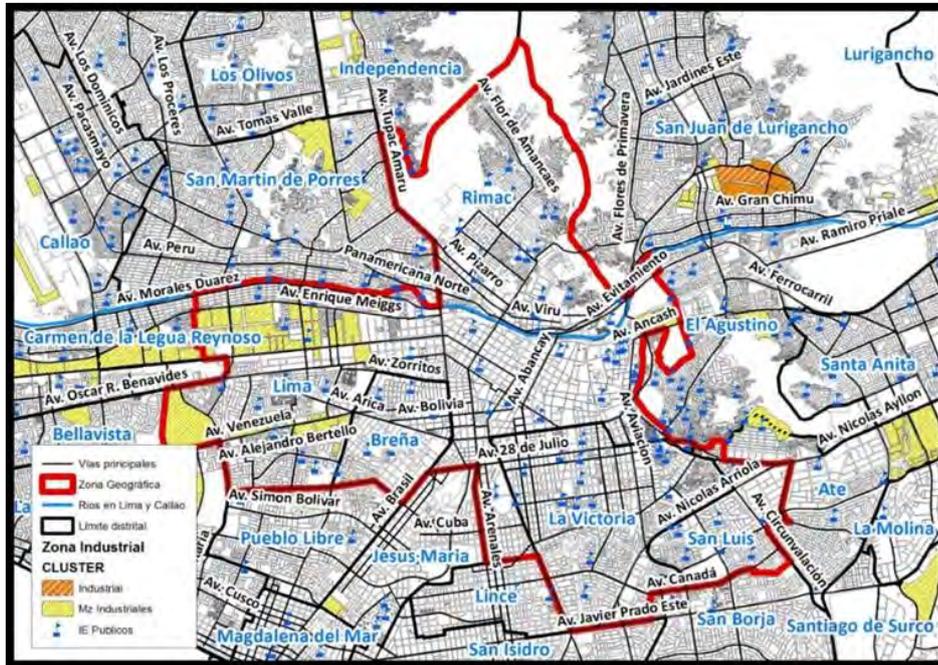
Las herramientas Google Earth Pro y Google Maps permitieron capturar imágenes de satélite de la ubicación de las industrias mediante marcadores (puntos) y polígonos. Luego, se procedió a guardar el resultado en el formato *kml* para su posterior procesamiento en el programa ArcGis 10.1 para, de esta manera, conocer con exactitud de qué manera se encuentran distribuidas las industrias en la ciudad de Lima para luego corroborar dicha información de las ubicaciones de las zonas industriales en la salida de campo. Hallándose muchas de estas zonas industriales colindantes a las zonas de viviendas (zonas residenciales o áreas urbanas); es decir, zonas mixtas.

Con relación a la delimitación de los clusters industriales, se realizó mediante un análisis espacial; es decir, utilizando la herramienta Clustering se apoya en la densidad, que consiste en el rastreo de áreas en las cuales existan agrupamientos de puntos y otras en donde se encuentren separadas por áreas vacías o con escasos puntos. Es necesario precisar que este tipo de herramienta utiliza algoritmos de Clustering de aprendizaje de máquina no supervisados que detectan patrones. Los patrones se basan en la ubicación espacial y en la distancia a un número de vecinos especificado (ESRI, s. f.). En este caso los puntos vienen a ser las fábricas. Además, se delimitó un cluster industrial considerando la presencia de concentración de fabricas en  $1 \text{ km}^2$  (puntos). Sin embargo, no todas las zonas industriales son considerados clusters industriales, ya que no existe tanta densidad y, por lo tanto, el software no lo clasifica como clusters.

En el Mapa 3.1, se visualizan manzanas industriales en la zona de Lima Centro; sin embargo, el distrito Cercado de Lima es el que concentra mayor parte de los locales

industriales (Colliers INTERNATIONAL, 2017, pág. 7). Muchas de estas áreas están en proceso de cambiar de uso por la oferta de inmuebles.

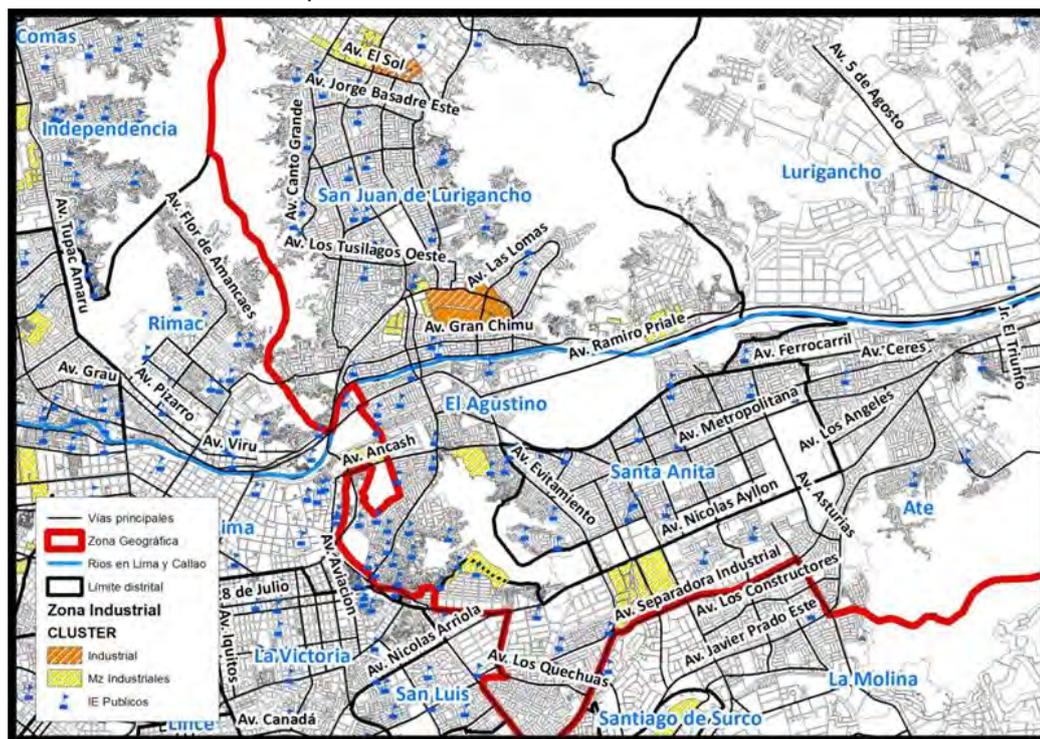
Mapa 3.1: Zonas industriales de Lima Centro



Fuentes: Imágenes satelitales Google Earth Pro y Google Maps  
Elaboración propia

Por otro lado, el Mapa 3.2 corresponde a la zona industrial de Lima Este. Los distritos que concentran actividades industriales son Santa Anita, Ate Vitarte, Lurigancho-Chosica y San Juan de Lurigancho (Colliers INTERNATIONAL, 2017, págs. 10-11). Dentro de estas áreas industriales resaltan una variedad de empresas manufactureras del rubro metalúrgico, plástico, maderero, textil, farmacéutico, metalmecánica y de alimentos.

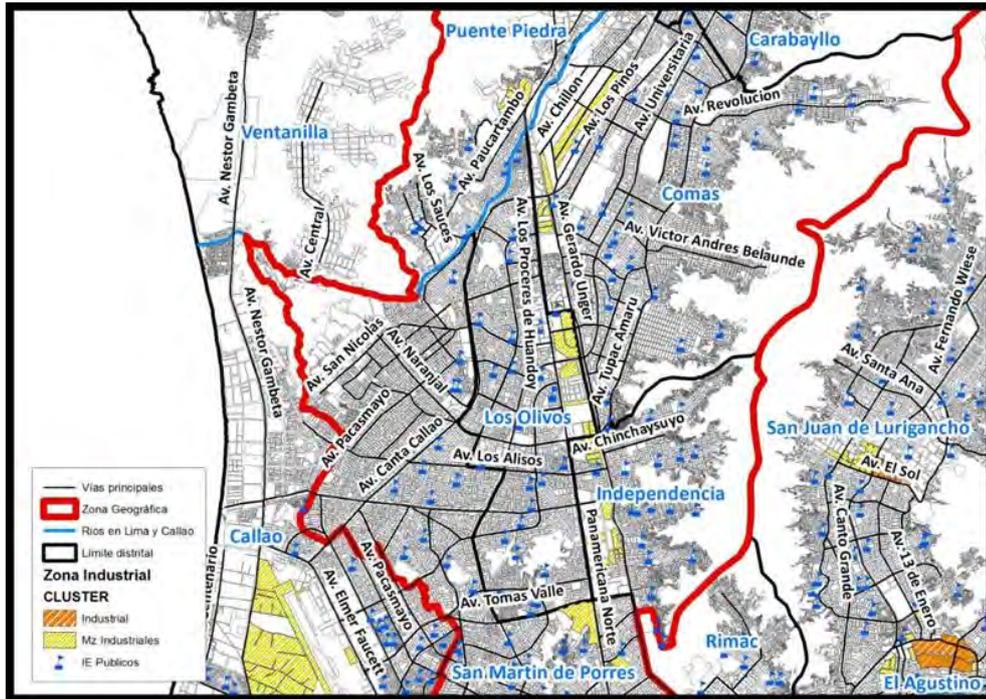
Mapa 3.2: Zonas industriales de Lima Este



Fuentes: Imágenes satelitales Google Earth Pro y Google Maps  
Elaboración propia

Con relación al Mapa 3.3 que pertenece a la zona industrial de Lima Norte, los distritos que concentran mayor actividad industrial son Los Olivos, Independencia, Puente Piedra, Carabayllo y Comas (Colliers INTERNATIONAL, 2017, págs. 8-9). En el distrito de Los Olivos sobresalen las actividades metalmeccánicas y farmacéuticas; en el distrito de Independencia, las industrias de repuestos y accesorios para vehículos, metalmeccánicas, plásticos y textiles; y, respecto a los 3 últimos distritos mencionados, se identifica la presencia de industrias metalmeccánicas.

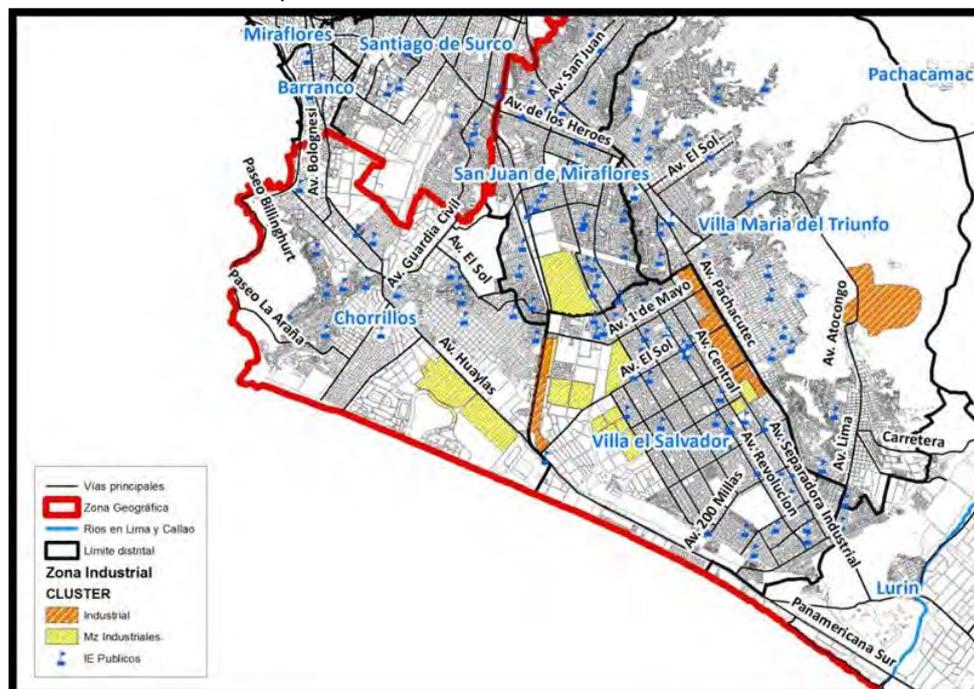
Mapa 3.3: Zonas industriales de Lima Norte



Fuentes: Imágenes satelitales Google Earth Pro y Google Maps  
Elaboración propia

Por otra parte, en el Mapa 3.4, se observa la zona industrial de Lima Sur, los distritos en los que se realizan actividades industriales son Chorrillos, Villa El Salvador y Lurín. Según el Reporte industrial de Colliers INTERNATIONAL (2017, pág. 13) en esta área industrial se han determinado tres corredores industriales identificados con los nombres de los distritos a los que pertenecen. En los últimos diez años, esta zona industrial se ha identificado como una importante área industrial, sobre todo el corredor Lurín.

Mapa 3.4: Zonas industriales de Lima Sur



Fuentes: Imágenes satelitales Google Earth Pro y Google Maps  
Elaboración propia

**Segunda salida de campo.** - Se llevó a cabo los días 26 y 27 del mes de noviembre del 2016, entre las 11.30 a. m. a 7.00 p. m.; la finalidad de estos 2 días fue realizar la encuesta a la población que reside cerca de la zona industrial. Las encuestas se realizaron en el distrito de Independencia en Lima Norte. Se eligió la zona de Lima Norte porque existen estudios de investigación que afirman que dicha zona, en el año 2014, fue la más contaminada de la ciudad de Lima pues presentó alta contaminación del PM 2.5 el cual es considerado como el indicador del nivel de riesgos para la salud de la población de la zona. Uno de estos estudios de investigación fue de Gonzales & Steenland (2014, pág. 398).

El objetivo de la aplicación de las encuestas es analizar la percepción de la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio.

### 3.1.3. Etapa 3: Trabajo de laboratorio

Esta fase consistió en los procesos del trabajo de laboratorio, es decir, analizar las bases de datos, los cuales han sido otorgados por el MINSA y el SENAMHI.

La información proporcionada por el MINSA consistió en una base de datos, la cual registraba las consultas médicas de toda la población (niños, adultos y adulto mayor) de la ciudad de Lima durante los años 2014 y 2015 relacionados con los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs). Luego de la obtención de la base de datos, se procedió a convertirla en porcentajes para procesar dicha información en la creación de los mapas mediante la herramienta de ArcGis 10.1

Los datos proporcionados por el SENAMHI fueron los promedios diarios (día, mes y año) del registro de partículas de PM 2.5 de los años 2014 y 2015 de los distritos donde se ubican las 10 estaciones de monitoreo de la calidad del aire (Cuadro 3.4). La creación de los mapas se realizó mediante las herramientas del ArcGis 10.1 para luego poder realizar el método de interpolación IDW.

Cuadro 3.4: Estaciones de monitoreo de la calidad del aire (PM 2.5)

<b>ZONAS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Lima Norte	Estación PPD: Complejo Municipal Gallo de Oro-Puente Piedra.
	Estación CRB: Piscina Municipal de Carabayllo.
	Estación SMP: Parque Ecológico de San Martín de Porres.
Lima Este	Estación SJL: Universidad César Vallejo-San Juan de Lurigancho.
	Estación HCH: Palacio Municipal de Huachipa.
	Estación ATE: Parque frente al Municipalidad de Ate.
	Estación STA: Palacio Municipal de Santa Anita.
Lima Sur	Estación VMT: Parque Nueva Esperanza-Villa María del Triunfo.
Lima Centro	Estación SBJ: Polideportivo Limatambo-San Borja.
	Estación CDM: Campo de Marte-Jesús María.

*Fuente: Base de datos proporcionado por el SENAMHI.  
Elaboración propia.*

Fotografía 3.1: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito de Carabayllo



*Fuente: Fotografía propia*

La estación Automática se encuentra ubicada en la Piscina Municipal de Carabayllo, Av. Micaela Bastidas, cuadra 4, Urb. Santa Isabel - Carabayllo. (PM10, PM 2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO).

Fotografía 3.2: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito de Puente Piedra



*Fuente: Fotografía propia*

La estación Automática se localiza en el Complejo Deportivo Municipal El Gallo-Puente Piedra, Av. San Lorenzo s/n, Puente Piedra. Referencia, al costado del supermercado Plaza Vea o Estadio Municipal (PM10, PM 2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO).

Fotografía 3.3: Estación de monitoreo de la calidad del aire, distrito San Martín de Porres



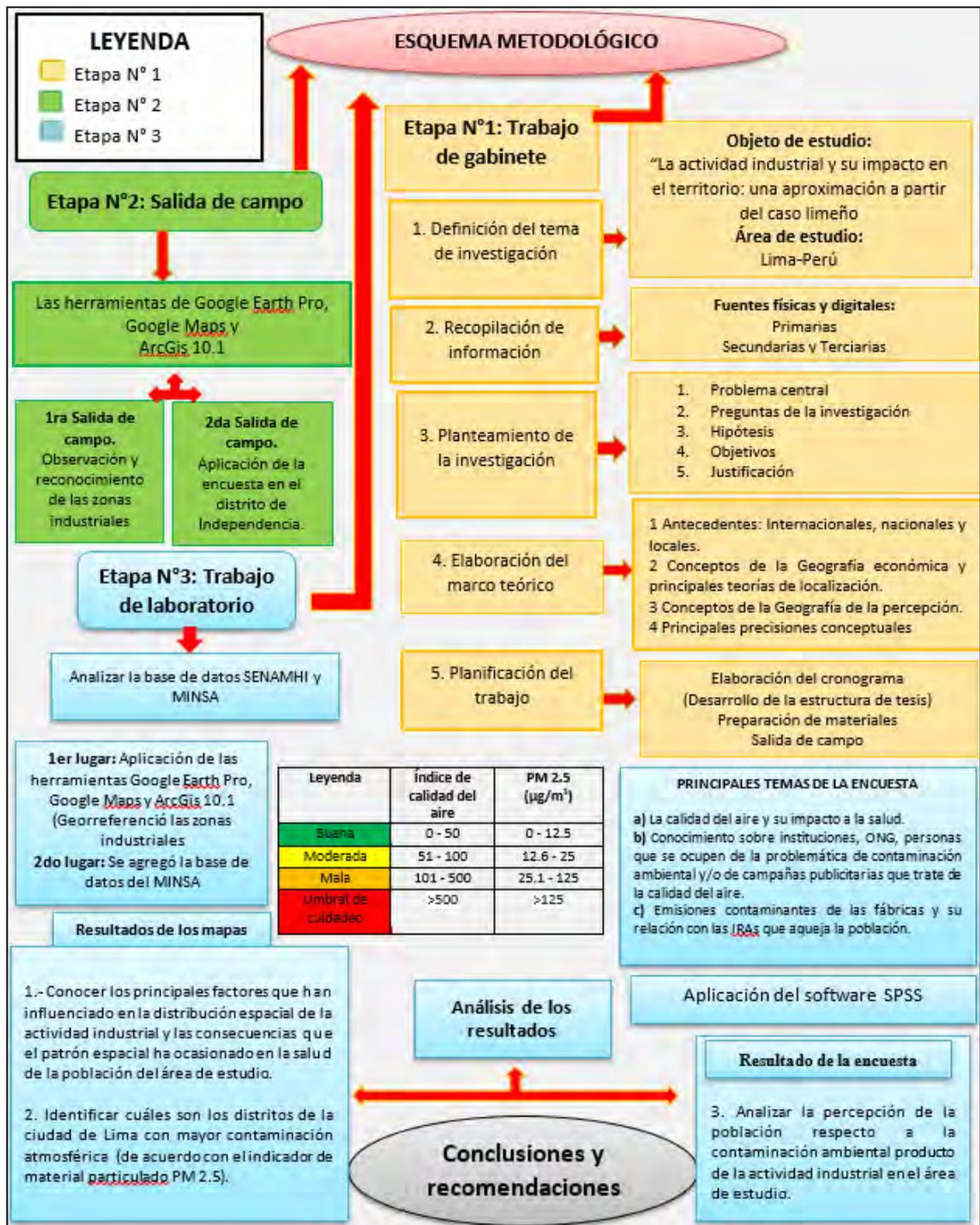
*Fuente: Fotografía propia*

La estación Automática se localiza en el Parque Ecológico SMP (Ex Parque Mayta Cápac), esquina jr. Pedro Unanue con calle Germán Stiglich, Urb. Antares II Etapa (PM10, PM 2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO).

Se eligió el contaminante material particulado PM 2.5 porque existen evidencias a partir de investigación científica, de fuentes tales como la OMS y el MINAM, que consideran que es el contaminante que tiene más efectos negativos en la salud de las personas, que afecta directamente una o más partes del sistema respiratorio y que también es el responsable de ocasionar miles de muertes a nivel global (MINSA, 2016, capítulo. 6).

Con relación al método de interpolación IDW, este sirvió para generar data de aquellos distritos en los cuales no se tiene estaciones de monitoreo de la calidad del aire por el contaminante PM 2.5. De esta manera, se identificaron distritos de la ciudad de Lima con diferentes niveles de contaminación del aire del PM 2.5 en condición "Moderada", "Mala" y "Umbral de cuidado".

Figura 3.1: Esquema del método de trabajo



Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Métodos y procedimientos

En el presente proyecto de investigación se utilizaron los siguientes métodos y procedimientos:

Primero, la elaboración de los mapas que fue a través del software del Sistema de Información Geográfica (SIG) entre la asociación del PM 2.5 y los casos de IRAs. Además, se utilizó el SIG para la elaboración de los mapas del método de interpolación IDW para su respectivo análisis espacial; segundo, se aplicó el método de la encuesta.

### **3.2.1. El uso de los SIG en el análisis espacial**

En el campo de la geografía, el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) consiste en herramientas que nos permiten trabajar con información georreferenciada y que han contribuido al análisis espacial mediante un conjunto de herramientas que nos permiten capturar, almacenar, organizar, recuperar, procesar y entregar visualizaciones de información del mundo real (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2014, pág. 5). Es decir, mediante el uso del SIG, se permite hacer uso de datos espaciales mediante creaciones de mapas de una porción delimitada de un territorio.

Para la creación de los mapas de los SIG se ha realizado en base a la información del SENAMHI de los 10 puntos de muestreo que corresponde a las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de las partículas de PM 2.5 durante los años 2014 y 2015 en la ciudad de Lima.

En primer lugar, se identificaron y digitalizaron las zonas industriales, las cuales se encuentran dentro de la ciudad de Lima. Para ello, se georreferenció los establecimientos de las fábricas en los distritos del área de estudio utilizando las herramientas Google Earth Pro y ArcGis 10.1

A partir de los intervalos de concentración del PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), se prosiguió a clasificar y estandarizar nuestra data, tomando como referencia la clasificación del SENAMHI (Sánchez & Ordoñez, 2016, págs. 10-11). Cabe precisar que solo se han considerado los intervalos 12.6-25 “Moderada” que pertenece al color amarillo<sup>2</sup> y 25.1-125 “Mala” representado por el color naranja<sup>3</sup>. De acuerdo con la base de datos, no se han

---

<sup>2</sup> MODERADA: “Las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos síntomas respiratorios adversos”. (Sánchez & Ordoñez, 2016, pág. 12).

<sup>3</sup> MALA: “Las personas de los grupos sensibles podrían experimentar daños a la salud. La población en general podría sentirse afectada”. (Sánchez & Ordoñez, 2016, pág. 12).

encontrado criterios “Buena”, identificados por el color verde y tampoco “Umbral de cuidado” representados por el color rojo, en los resultados de los mapas de ArcGis 10.1

Tabla 3.2: Índice de calidad del aire para PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

LEYENDA	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
“BUENA”	0-50	0-12.5
“MODERADA”	51-100	12.6-25
“MALA”	101-500	25.1-125
“UMBRAL DE CUIDADO”	>500	>125

Fuente: Sánchez & Ordóñez, 2016, pág. 12

Tabla 3.3: Clasificación del estado de la calidad del aire

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	¿QUIÉN SE DEBE PREOCUPAR?
“BUENA”	No hay riesgo.
“MODERADA”	Pueden causar riesgos en aquellos grupos vulnerables: niños, personas de la tercera edad, embarazadas, personas que padezcan enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas.
“MALA”	Los grupos sensibles podrían experimentar daños a su salud. Puede afectar a la población en general.
“UMBRAL DE CUIDADO”	Podría ser perjudicial para toda la población en general.

Fuente: Sánchez & Ordóñez, 2016, pág. 12

En segundo lugar, se agregó información de la base de datos del MINSA, tomando como referencia los colores más oscuros para los distritos con mayor concentración de los casos de IRAs y a la inversa en la escala de colores los menos intensos. En tercer lugar, se agregó la base de información (archivo shapefile) del MINSA con la finalidad de realizar un análisis espacial.

Se delimitó el rango de edades de 0 a 11 años (niños), 30 a 59 (adultos) y de 60 años a más (adulto mayor) (OPS & OMS, 2014, pág. 2). Se eligieron estos grupos de edades por las siguientes razones: De 0 a 11 años y 60 años a más porque son considerados población vulnerable respecto a los casos de IRAs, quedando separado del grupo grueso de la población adulta (30 a 59 años).

### **3.2.2. El método de interpolación IDW**

Este método es el que más se utiliza para hallar la ponderación en función Inversa (IDW). Los autores Toro & Melo (2009, pág. 58) señalan que el método asume *“cada punto medido tiene una influencia local que disminuye con la distancia. Les asigna una ponderación mayor a los puntos más cercanos por predecir, que aquellos que se encuentran más alejados, de ahí el nombre de distancia inversa ponderada”*.

El método de interpolación IDW se utilizó con la finalidad de generar información espacial para aquellas zonas en las cuales no se tiene estaciones de monitoreo de la calidad del aire del contaminante PM 2.5, de esta forma, se buscó estimar la distribución espacial de la variable PM 2.5 en las zonas ya mencionadas.

También, Chirinos & Mallqui (2016, pág. 111) señalan que el método de interpolación IDW se utiliza para generar una superficie de predicción para zonas en donde no existe información, por ejemplo, en la cuenca atmosférica de Lima y Callao

Para el análisis espacial por IDW se consideraron dos variables de entrada. Por un lado, la información vectorial en formato puntos con la variable PM 2.5 y, por otro lado, la información vectorial en formato polígono del área de estudio, en este caso, la ciudad de Lima. Es importante precisar que este método de análisis espacial se debe delimitar la zona en la cual queremos generar nuevos valores a partir de los ya conocidos.

### **3.2.3. Asociación entre las variables: PM 2.5 e IRAs**

Para hallar la asociación entre las variables PM 2.5 e IRAs, se realizaron los siguientes pasos:

#### **3.2.3.1. Diagramas de dispersión**

Los Diagramas de Dispersión (nubes de punto) o Gráficos de Correlación son una herramienta gráfica que examina la relación existente entre dos variables. Es útil para saber si hay una correlación entre dos magnitudes o parámetros de un problema, por ejemplo: dadas las variables “X” e “Y”, se dice que existe una relación positiva si los valores crecientes “X” están asociados los valores crecientes “Y”. Sin embargo, en una

relación negativa, los valores crecientes de “X” están asociados a los valores decrecientes de “Y” (Estepa, 2008, pág. 258); es decir, al analizar la relación entre estas dos variables (“X” e “Y”), se puede conocer qué tanto se afectan entre sí o que tan independiente es una de la otra.

Este diagrama de dispersión se realizó en el sistema de ejes cartesianos, donde “X” es la variable independiente (PM 2.5) ubicado en el eje horizontal (abscisa) e “Y” es la variable dependiente (IRAs) ubicada en el eje vertical (ordenada). Una vez realizado el diagrama de dispersión, este permitirá determinar la relación entre las dos variables; es decir, si existe o no existe relación entre ambas.

### 3.2.3.2. Regresión lineal simple

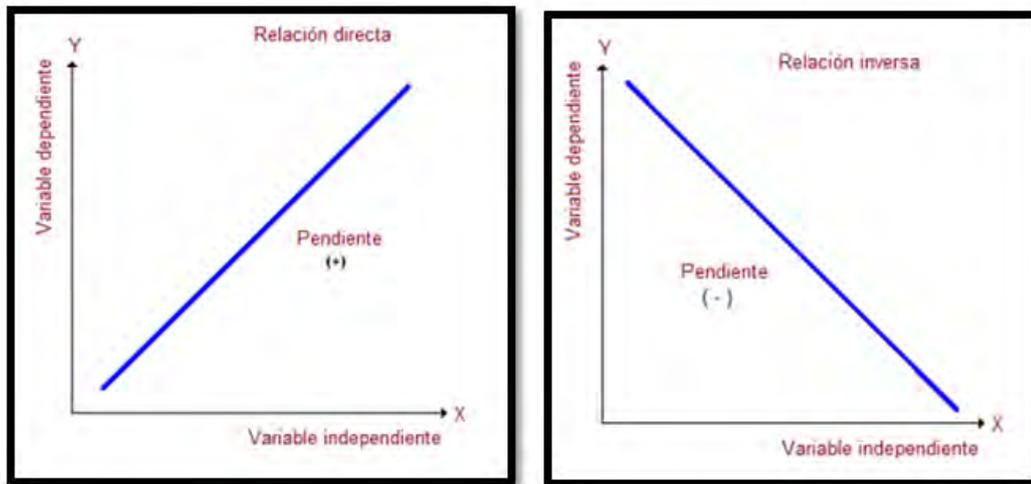
Es una técnica estadística que permite establecer una ecuación para aproximar el valor desconocido de una variable, mediante el valor conocido de otra variable, a ello se le denomina análisis de regresión simple (Universidad Nacional Autónoma de México, s.f, pág. 3); es decir, es el proceso general de predecir una variable “X” a partir de otra variable “Y”. Además, las relaciones entre las variables pueden ser directas o inversas.

**Relación directa.** – Se determina una pendiente de esta línea positiva, cuando la variable “Y” incrementa a medida que la variable “X” también lo realiza.

**Relación inversa.** – Se define una pendiente de esta línea negativa, cuando a medida que crece el valor de la variable “Y”, el valor de la variable “X” disminuye.

Luego, se procedió a realizar la recta de regresión es la que mejor se utiliza para la nube de puntos (Gráfico de dispersión), con esta recta se estima el valor promedio de las IRAs respecto al PM 2.5.

Gráfico 3.1: Regresión lineal simple: Relación directa y relación inversa



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México, s.f, págs. 3-4

### 3.2.3.3. Coeficiente de correlación lineal de Pearson

El coeficiente de correlación  $r$  de Pearson es una prueba estadística que permite medir el grado de relación entre dos variables continuas (Pértegas & Fernández, 2002, pág. 1); es decir, nos permite analizar si existe o no una relación entre dos variables numéricas “X” e “Y”.

La representación de Pearson es la siguiente:

$$r_{xy} = \frac{\text{Cov}_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Siendo :

- $r$  (xy) : coeficiente de correlación lineal de Pearson (r)
- $\text{Cov}_{xy}$  : covarianza entre las variables “x” e “y”
- $\sigma_x$  : desviación típica de la variable “x”
- $\sigma_y$  : desviación típica de la variable “y”

Cuadro 3.5: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

<b>EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r) PUEDE TOMAR CUALQUIER VALOR ENTRE: <math>-1 \leq r \leq 1</math></b>
El valor de r será positivo, si existe una relación directa entre ambas variables, ello sucederá, si las dos variables aumentan al mismo tiempo.
El valor de r será negativo, si la relación es inversa, es decir, cuando una variable disminuye a medida que la otra aumenta.
Un valor de +1 o -1, significa una relación lineal perfecta entre ambas variables.
Mientras que un valor 0, demuestra que no existe relación lineal entre ellas.

Fuente: Pértegas & Fernández, 2002, pág. 1

Tabla 3.3: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (r)

VALOR	INTENSIDAD
$\pm 0.96 - \pm 1.0$	Perfecta
$\pm 0.85 - \pm 0.95$	Fuerte
$\pm 0.70 - \pm 0.84$	Significativa
$\pm 0.50 - \pm 0.69$	Moderada
$\pm 0.20 - \pm 0.49$	Débil
$\pm 0.10 - \pm 0.19$	Muy débil
$\pm 0.09 - \pm 0.0$	Nula

*Fuente: Pértegas & Fernández, 2002, pág. 1*

En el presente trabajo de investigación, para expresar la relación entre las dos variables (independiente PM 2.5 y dependiente IRAs), se ha utilizado el programa informático Microsoft Excel el cual genera el diagrama de dispersión para, de esta manera, comprobar si existe o no existe una relación entre las dos variables introducidas

#### **3.2.4. La encuesta**

La técnica de la encuesta está enfocada en la recolección de datos, que es empleada por los investigadores para conocer opiniones, actitudes, creencias, condiciones de vida, entre otros; además, nos permite estructurar y cuantificar información convertida en datos para obtener resultados a partir de una población analizada (Kuznik, Hurtado, & Espinal, 2010, pág. 317). La encuesta realizada en la presente investigación ha sido una encuesta personal; es decir, el cuestionario se ha realizado cara a cara entre el encuestador y el encuestado. En lo que respecta al tipo de pregunta, han sido preguntas semicerradas ya que contienen una serie de posibles respuestas que están previamente establecidas. Después, se procedió a codificar los resultados de las encuestas para luego introducirlas en una base de datos del software SPSS, de esta manera obtener los gráficos.

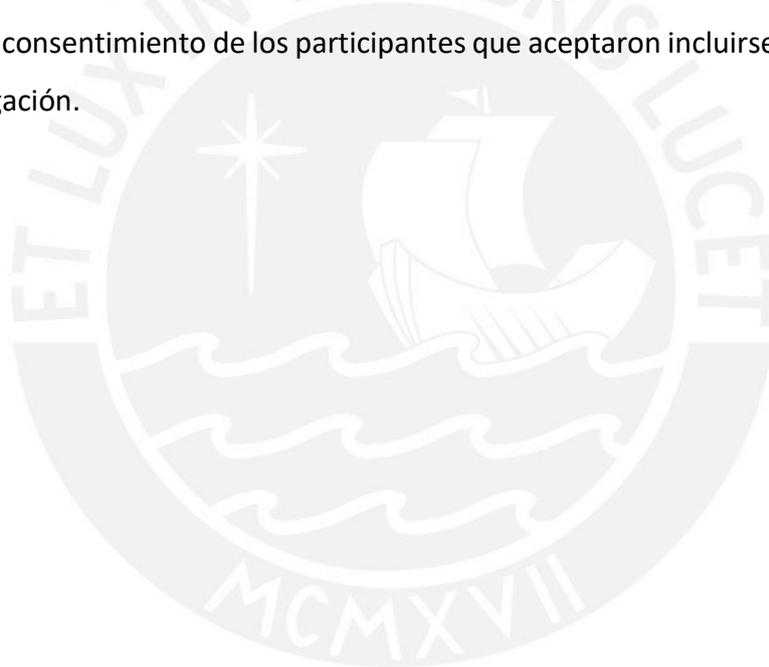
#### **Principales temas de investigación exploratoria**

De acuerdo con los objetivos de la presente investigación, en la encuesta se exploraron los siguientes temas:

- a) La calidad del aire y su impacto a la salud.
- b) Conocimiento sobre instituciones, ONG, personas que se ocupen de la problemática de contaminación ambiental y/o de campañas publicitarias que trate de la calidad del aire.
- c) Emisiones contaminantes de las fábricas y su relación con las IRAs que aqueja la población.

**Muestra.** - La muestra elegida está constituida por un grupo de 56 personas que residen cerca de un área industrial del distrito de Independencia.

**Instrumento de recolección de datos.** - El instrumento utilizado fue el cuestionario que constó de 16 preguntas cerradas de opción múltiple. Estas fueron realizadas tras obtener el consentimiento de los participantes que aceptaron incluirse en este proyecto de investigación.



## CAPÍTULO IV: ÁREA DE ESTUDIO

En el presente capítulo se describirán los puntos más relevantes respecto a la localización, superficie y límites; también, los aspectos del medio físico y del medio humano. En este caso, el área de estudio es la ciudad de Lima, capital del Perú.

### 4.1. Localización, superficie y límites del área de estudio

La ciudad de Lima se ubica en la costa central del Océano Pacífico y en la parte central y occidental del departamento de Lima, Perú (IMP, 2012, pág. 25). Geográficamente se ubica entre la latitud Sur 11° 45' y 12° 24' y longitud Oeste 76° 40' y 77° 10' a una altitud que varía entre 0 y 850 m. s. n. m.

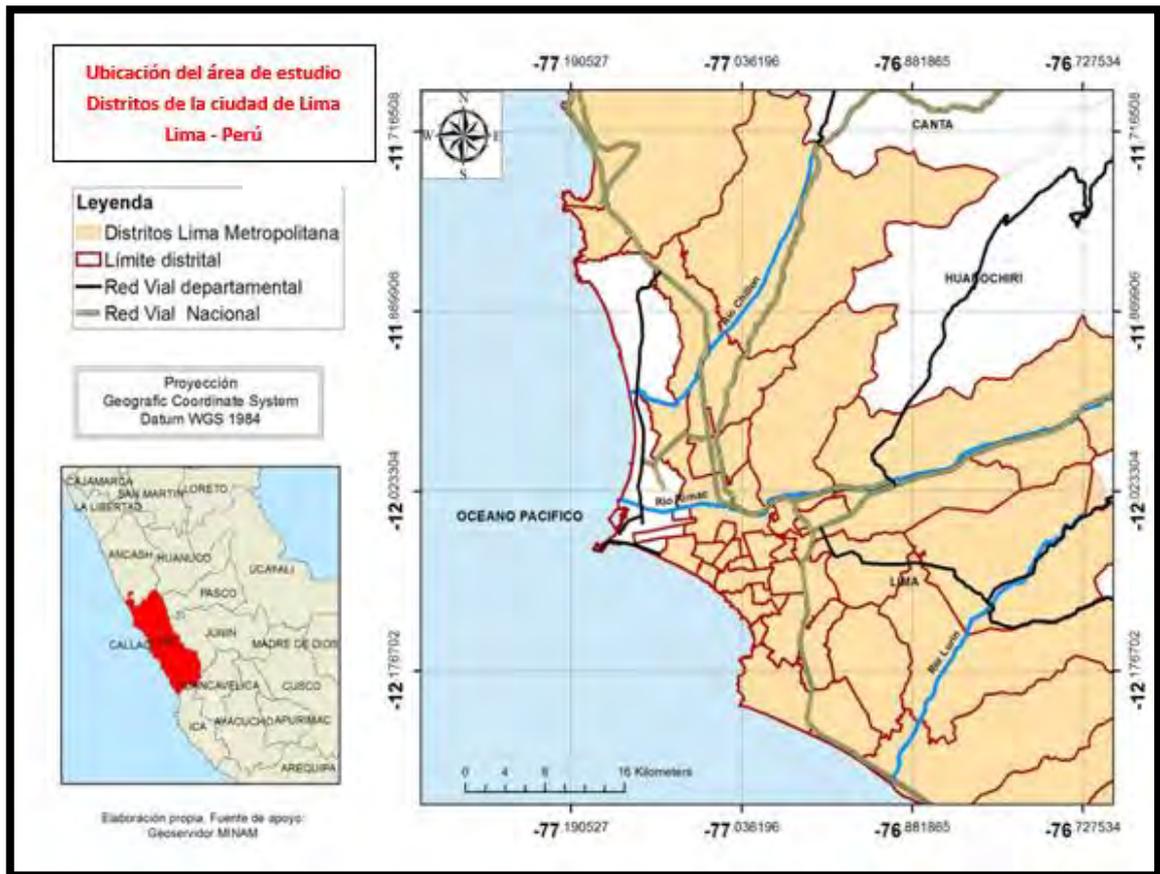
Sus límites son, por el Norte, la provincia de Huaral; por el Este, las provincias de Canta y Huarochirí; al Sur, la provincia de Cañete; y al Oeste, la provincia Constitucional del Callao y el Océano Pacífico. (IMP, 2012, pág. 26). El área de estudio tiene una superficie de 2670 km<sup>2</sup> que representa el 0.21% del total de la superficie del Perú y 6.6% del total de la superficie del departamento de Lima. Además, está compuesta por cuatro áreas interdistritales, cuyos extremos se le conocen como conos o zonas. Estas zonas son:

Cuadro 5.6: Distritos de la ciudad de Lima

ZONAS	DISTRITOS
LIMA NORTE	Ancón, Carabaylo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres y Santa Rosa.
LIMA CENTRO	Cercado de Lima, Breña, Jesús María, Lince, Barranco, San Isidro, San Miguel, Magdalena del Mar, Pueblo Libre, San Borja, Miraflores, La Victoria, Rímac, Surquillo y Santiago de Surco.
LIMA ESTE	Ate Vitarte, El Agustino, Santa Anita, Chaclacayo, Lurigancho-Chosica, La Molina, Cieneguilla, San Luis y San Juan de Lurigancho.
LIMA SUR	Lurín, Pachacámac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, San Juan de Miraflores, Santa María del Mar, Villa El Salvador, Villa María del Triunfo y Chorrillos.

Fuente: INEI, 2017

Mapa 4.5: Macro localización del área de estudio



Fuente: Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

## 4.2. Aspectos del medio físico

En el presente apartado se desarrollan los esenciales aspectos del medio físico, los cuales son relieve, hidrología, flora y fauna y aspectos meteorológicos de la ciudad de Lima.

### 4.2.1. Relieve

En la ciudad de Lima se han generado una amplia gama de formas de relieve relacionadas con procesos de erosión y sedimentación fluvial, abanicos, llanuras aluviales, terrazas fluviales y cárcavas. El área de estudio presenta una geomorfología que se encuentra rodeada por colinas y montañas; estas laderas tienen pendientes de moderadas a fuertes y generalmente presenta afloramiento de rocas intrusivas tipo granodiorita y dioritas, luego por rocas volcánicas y rocas sedimentarias tipo calcáreas, lutitas y areniscas en menor cantidad (IGP, 2010, pág. 17); es decir, estas estructuras son

consecuencias de la disecación por los ríos de Lurín, Rímac y Chillón y quebradas afluentes (río Seco, Huaycoloro, Jicamarca, Canto Grande, Collique, Caballero, Torre Blanca, etc.) formando en sus desembocaduras conos y terrazas extensas, los cuales se han localizado en la mayor parte del área de estudio

#### **4.2.2. Hidrología**

En la ciudad de Lima, la red hídrica está constituida por tres importantes ríos: Chillón, Rímac y Lurín. Estos son la fuente primordial para el abastecimiento, las necesidades básicas y, sobre todo, para la realización de todas las actividades que se desarrollan en la ciudad de Lima (IMP, 2012, pág. 28); es decir, abastecen de agua toda la ciudad de Lima para el desarrollo de todas sus actividades. Es preciso añadir que, del agua del río Rímac, el 79% esta destinado para el uso del consumo humano, luego de su proceso de purificación realizado en las plantas de tratamiento de SEDAPAL; otro 16% es para uso agrícola; el 4% destinado para uso minero; y el 1%, para uso industrial.

#### **4.2.3. Flora y fauna**

En la ciudad de Lima se hallan áreas naturales y antrópicas. Entre estas se hallan los humedales, lomas costeras, valles agrícolas y el Área Natural Protegida de los Pantanos de Villa. Las áreas de origen antrópico están compuestas por los parques metropolitanos y zonales, cuyo mantenimiento lo realizan las municipalidades distritales; parques zoológicos y botánicos; y espacios privados (Municipalidad de Lima, 2016, pág. 76). Respecto a la fauna del área de estudio, está conformada por más de cien especies distintas de aves, como la paloma doméstica o paloma de Castilla, la cuculí, los jilgueros y los gorriones.

#### **4.2.4. Aspectos meteorológicos del área de estudio**

Mediante el Cuadro 4.7 se describe, de manera resumida, los principales factores meteorológicos del área de estudio.

Cuadro 4.7: Principales factores meteorológicos de la ciudad de Lima

<p><b>El clima.-</b> El área de estudio se ubica en la zona tórrida; es decir, debería tener un clima tropical y/o clima cálido y con abundantes lluvias; sin embargo, presenta un clima subtropical, desértico y húmedo, con ausencia de precipitaciones y un alto nivel de humedad atmosférica y persistente cobertura nubosa; es decir, intervienen una serie de factores el cual modifican el clima, tales como la capa de inversión térmica, la topografía, el efecto de continentalidad, la Corriente Peruana o inapropiadamente llamada Corriente de Humboldt, la Cordillera de los Andes, los elemento del viento y humedad.</p>
<p><b>La temperatura.</b> - La temperatura media anual es de 19 °C. Las máximas suelen producirse durante el mes de enero y pueden superar los 30 °C, y las mínimas se dan durante los meses de invierno entre junio y setiembre y pueden llegar a los 12 °C.</p>
<p><b>Precipitación media.</b> - Varía desde 10 mm/año cerca de la línea costera a 40 mm/año en los distritos ubicados al Este del área de estudio.</p>
<p><b>Humedad.</b> – En la ciudad de Lima existe una alta concentración de vapor, que llega entre el 70% y 90%; estos valores pueden causar enfermedades respiratorias, sobre todo en la población más vulnerables que son los niños y ancianos.</p>
<p><b>La velocidad del viento.</b> – Se modifica entre 3 y 5 m/s con 4% a 8% de calmas de direcciones S, SSO y SSE en el área costera; en la parte central, se da entre 2 y 4 m/s de direcciones SSO y OSO, con calmas entre 21% a 42%; y en el lado oriental varía entre 3 y 5 m/s con direcciones O, SSO y OSO con calmas en un porcentaje de 20% y 40%.</p>

Fuente: Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, 2005, pág. 2

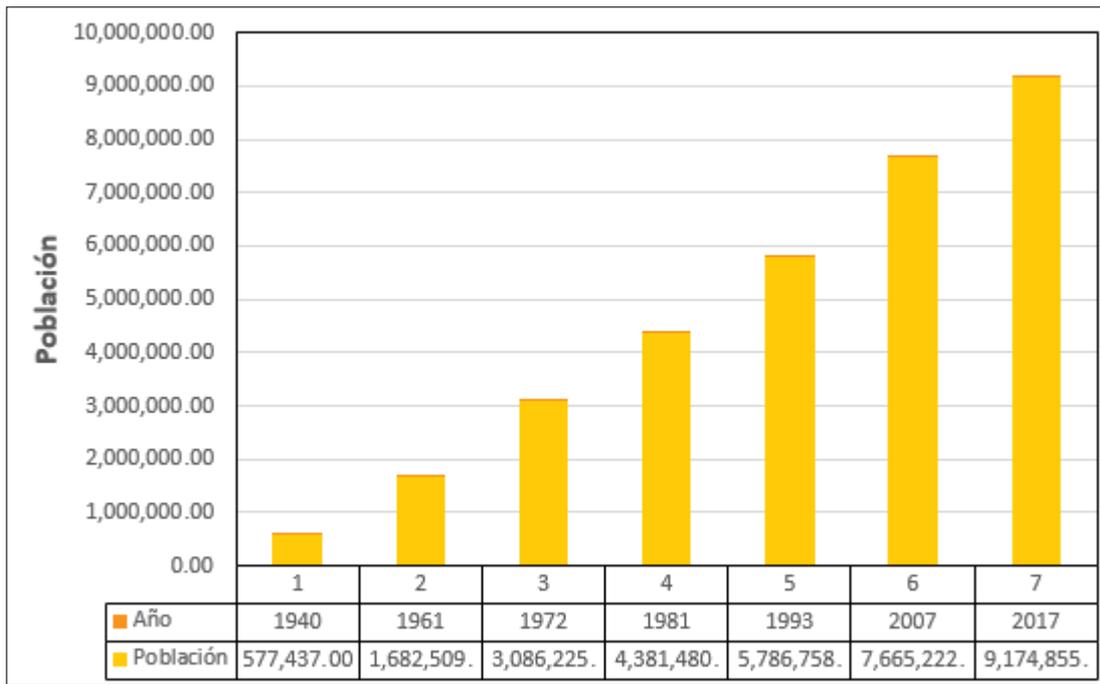
### 4.3. Aspectos del medio humano

En el presente apartado se desarrollan los esenciales aspectos del medio humano de la ciudad de Lima y las características demográficas, sociales y económicas.

#### 4.3.1. Evolución y distribución de la población

La ciudad de Lima es considerada una de las ciudades más grandes, extensas y pobladas del Perú. Mediante el Gráfico 4.2 se observa el crecimiento en los últimos 7 Censos (desde el año 1940 hasta el año 2017) realizado por el INEI (2017, pág. 16). Así, podemos visualizar que la población del área de estudio ha presentado un crecimiento constante.

Gráfico 4.2: Evolución de la población



Fuente: INEI, 2017, pág. 61  
Elaboración propia

Asimismo, el INEI (2017, pág. 62) señala que la ciudad de Lima está conformada por 43 distritos entre los que se suma una población de 9 174 855 habitantes, la cual fue registrada en el Censo del año 2017. Por consiguiente, los cuatro distritos del área de estudio que concentran mayor población son los distritos de San Juan de Lurigancho, con 1 138 453 habitantes; luego, se encuentra el distrito de San Martín de Porres con 729 974 habitantes; en tercer lugar, se encuentra el distrito de Ate Vitarte con 661 786; y, por último, el distrito de Comas con 537 263 habitantes. En el Cuadro 4.8 se visualiza la distribución de la población de la ciudad de Lima a nivel de los 43 distritos.

Cuadro 4.8: Población según distrito, Censo 2017

N°	DISTRITOS	POBLACIÓN	N°	DISTRITOS	POBLACIÓN
1	Cercado de Lima	265 693	23	Pucusana	18 002
2	Ancón	41 474	24	Pueblo Libre	76 129
3	Ate Vitarte	661 786	25	Puente Piedra	373 062
4	Barranco	28 970	26	Punta Hermosa	7 979
5	Breña	74 711	27	Punta Negra	8 369
6	Carabaylo	317 952	28	Rímac	162 897
7	Chaclacayo	44 197	29	San Bartolo	8 073
8	Chorrillos	336 054	30	San Borja	112 712
9	Cieneguilla	49 707	31	San Isidro	53 460
10	Comas	537 263	32	San Juan de Lurigancho	1 138 453
11	El Agustino	195 304	33	San Juan de Miraflores	415 870
12	Independencia	220 372	34	San Luis	58 461
13	Jesús María	71 680	35	San Martín de Porres	729 974
14	La Molina	179 785	36	San Miguel	137 247
15	La Victoria	166 657	37	Santa Anita	238 290
16	Lince	49 064	38	Santa María del Mar	1 694
17	Los Olivos	384 711	39	Santa Rosa	19 802
18	Lurigancho-Chosica	229 307	40	Santiago de Surco	357 577
19	Lurín	89 416	41	Surquillo	91 474
20	Magdalena del Mar	54 925	42	Villa El Salvador	482 027
21	Miraflores	81 619	43	Villa María del Triunfo	465 735
22	Pachacámac	136 921			
	<b>Total</b>				<b>9 174 855</b>

Fuente: INEI, 2017, pág. 62

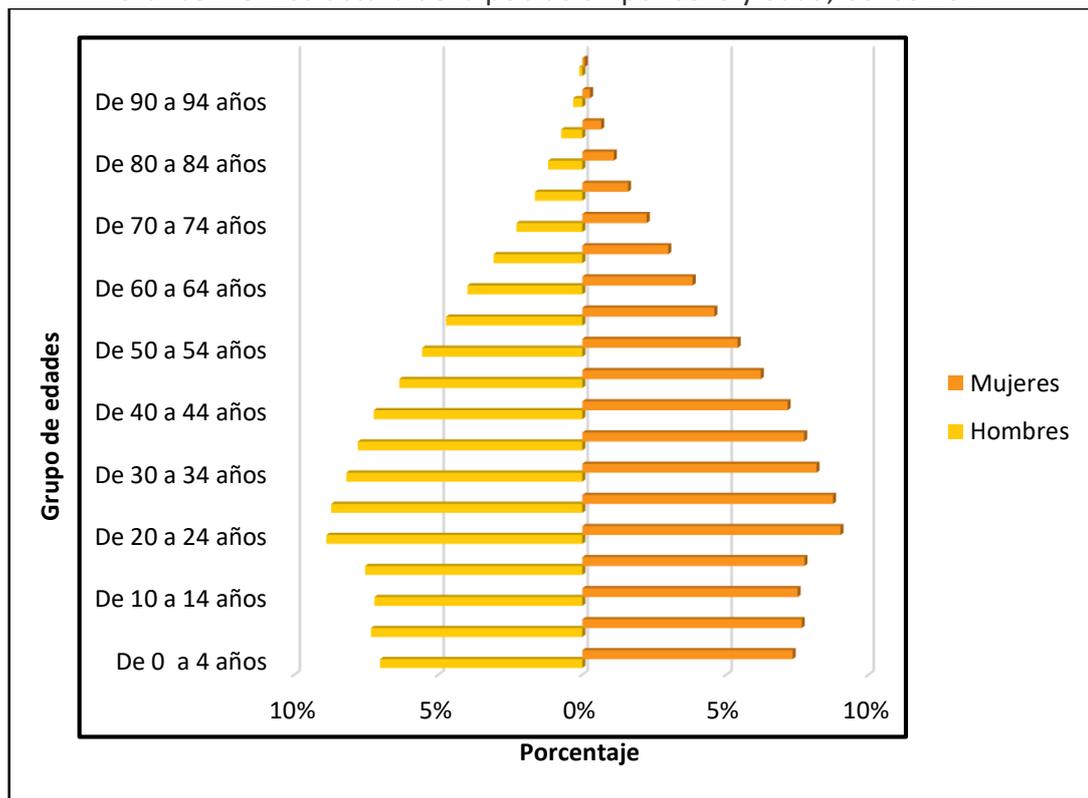
Elaboración propia

#### 4.3.2. Composición y estructura de la población

El INEI (2017, pág. 28) señala que, en el Censo 2017, la composición de la población del área de estudio tuvo una mayor presencia demográfica del sexo femenino de 51.23% frente a 48.77% del sexo masculino. En el Gráfico 4.3 se visualiza la estructura demográfica poblacional del área de estudio, en la que la pirámide poblacional tiene forma de bulbo. Este tipo de pirámide es característica ya que en la base existe menos población de jóvenes. Ello es producto de la disminución de la natalidad y

progresivamente el ensanchamiento de los siguientes peldaños es resultado del aumento de esperanza de vida. Además, se observa que población de ambos sexos que se encuentran entre 0 años a 19 años muestra una base angosta; sin embargo, la población más significativa se halla entre los 20 a 39 años de edad. A partir de los 40 años hasta los 95 años a más, gradualmente la población decrece. Ello quiere decir que el área de estudio tiene un comportamiento demográfico regresivo.

Gráfico 4.3: Estructura de la población por sexo y edad, Censo 2017



Fuente: Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas  
Elaboración propia

#### 4.3.3. Salud y vivienda

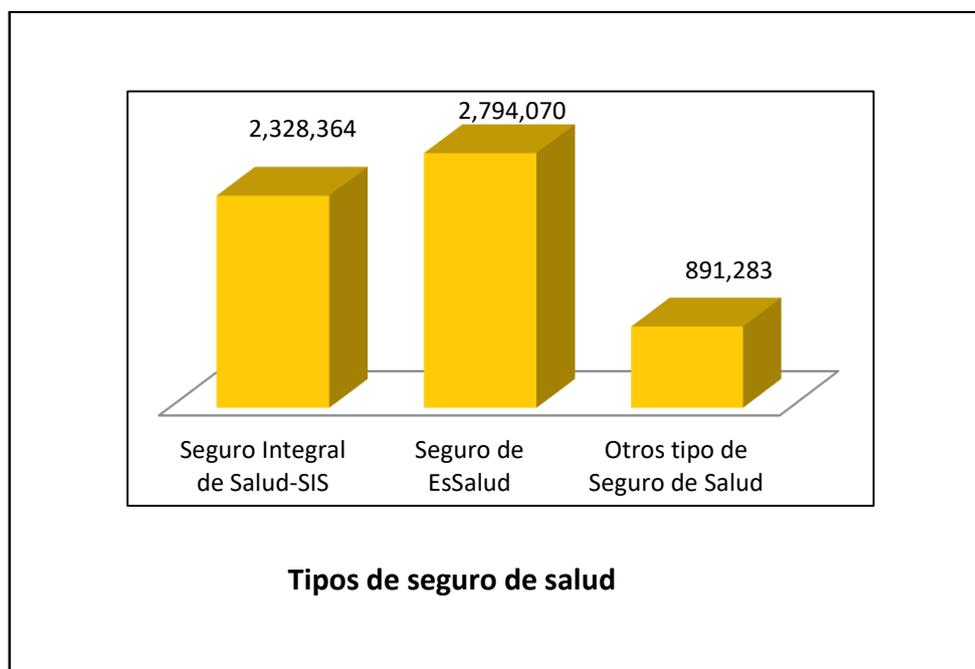
El presente subcapítulo presenta la información en relación con el tipo de cobertura de salud y al tipo de vivienda que posee la población del área de estudio, información que se obtuvo mediante el Censo del año 2017.

El INEI (2018, págs. 169-171), en su Informe Nacional “Perú: Perfil Sociodemográfico”, manifiesta lo siguiente: un total de 2 328 364 personas se encuentran afiliadas al Seguro Integral de Salud (SIS), cabe resaltar que este tipo de seguro está enfoca en la población

en situación de pobreza y pobreza extrema. Así también, señala que 2 794 070 personas se encuentran aseguradas únicamente al Seguro de EsSalud, el cual está dirigido principalmente a los trabajadores dependientes.

Los casos que figuran como otros tipos de Seguro Social son 891 283 y este grupo se encuentra dentro de las diferentes modalidades de Empresas Prestadoras de Salud, tales como Seguro Privado de Salud, Seguro de las Fuerzas Armadas y Policiales, Seguro Universitario, y Seguro Escolar Privado (INEI, 2018, pág. 173).

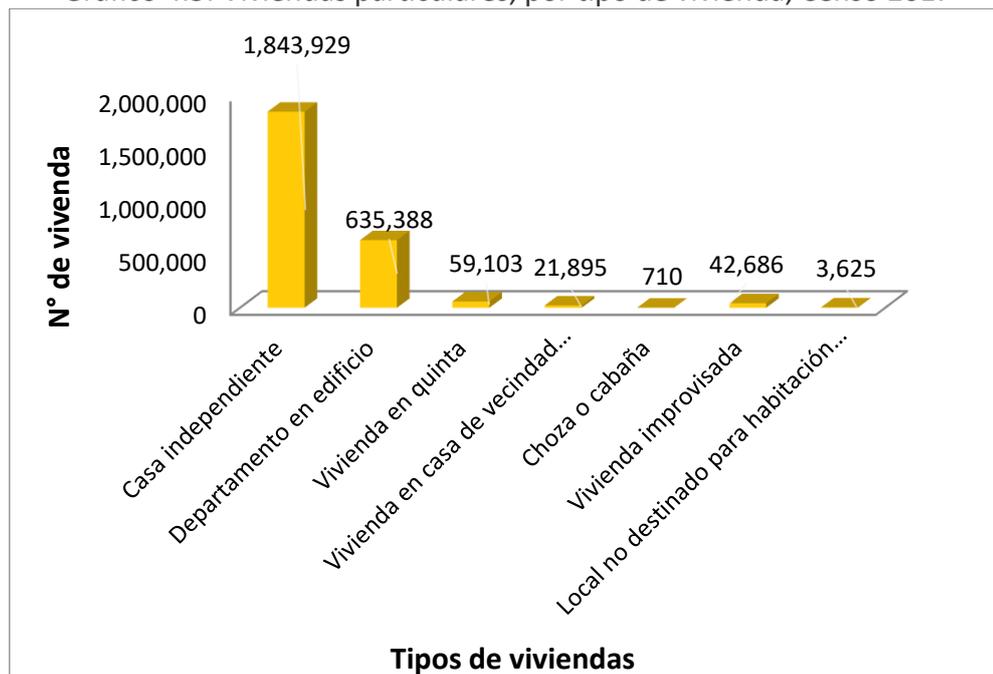
Gráfico 4.4: Acceso a algún tipo de Seguro de Salud, Censo 2017



Fuente: INEI, 2018, pág. 173  
Elaboración propia

El INEI (2018, pág. 288) señala las viviendas que se encuentran registradas como casa independiente, 1 843 929; departamento en edificio, 635 388; viviendas en quinta, 59 103; vivienda en casa de vecindad (callejón, solar o corralón), 21 895; choza o cabaña, 710; vivienda en categoría de vivienda improvisada, 42 686; y local no destinado para habitación humana, 3 625.

Gráfico 4.5: Viviendas particulares, por tipo de vivienda, Censo 2017



Fuente: INEI, 2018, pág. 288

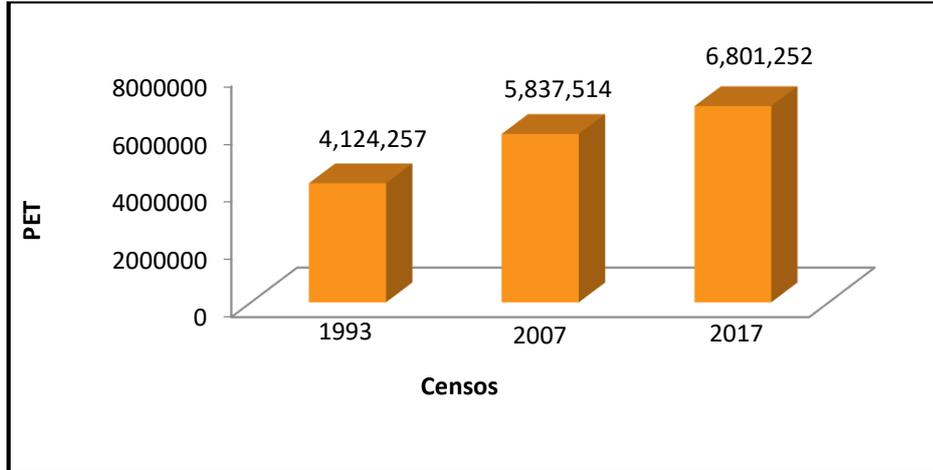
Elaboración propia

#### 4.3.4 Población en edad para trabajar (PET)

El INEI (2018, pág. 259) señala que, de acuerdo con el convenio número 138 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Población en Edad de Trabajar (PET) es considerada a partir de los 14 años y más que se encuentre buscando empleo, lo posea o no busque trabajo.

En el Gráfico 4.6, se visualiza al conjunto de la población del área de estudio que se encuentra en edad para desempeñar una actividad económica. El Censo del 2017 registró a 6 801 252 pobladores de Lima que se encuentran en esta categoría.

Gráfico 4.6: Población en edad de trabajar, Censos (1993, 2007 y 2017)



Fuente: INEI, 2017  
Elaboración propia

#### 4.3.5. Producción, comercio y servicio

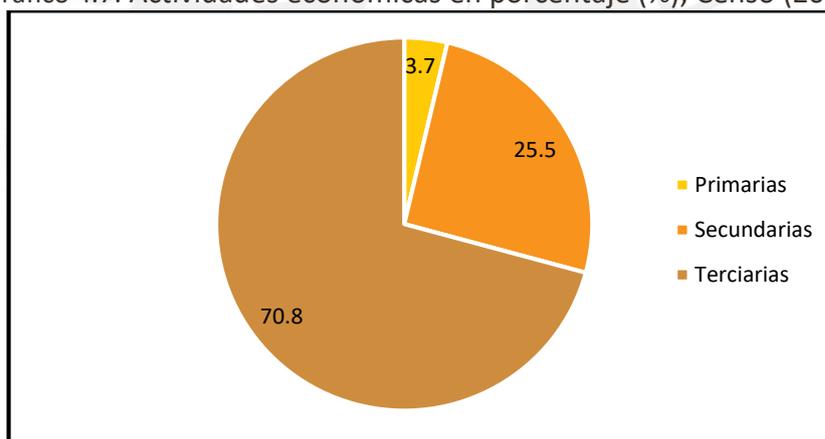
Mediante el Cuadro 4.9, de acuerdo con la información del INEI (Censo 2017), la economía del área de estudio principalmente es terciaria con el 70.8% de Lima. Entre estas se encuentran comercio; transporte, almacén, correo y mensajería; alojamiento y restaurantes; telecomunicaciones y otros servicios de información; administración pública de limpieza y Defensa; y otros servicios. En relación con la actividad secundaria representó el 25.5%, siendo este sector el conformado por manufactura; electricidad, gas y agua; y construcción. Por último, la actividad primaria presentó apenas el 3.7% de este sector que está compuesto por las actividades de agricultura, ganadería, caza y silvicultura; además de pesca y acuicultura; y de extracción de petróleo, gas y minerales.

Cuadro 4.9: Actividades económicas en la ciudad de Lima

Actividades primarias	%	Actividades secundarias	%	Actividades terciarias	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	1.9	Manufactura	18.3	Comercio	13.1
Pesca y acuicultura	0.1	Electricidad, gas y agua	2.1	Transporte, almacén, correo y mensajería	7.1
Extracción de petróleo, gas y minerales	1.6	Construcción	5.2	Alojamiento y restaurantes	4.7
				Telecom. y otros servicios de Información	6.4
				Administración pública limpieza y Defensa	5.7
				Otros servicios	33.8
Total	3.7		25.5		70.8

Fuente: INEI, 2017

Gráfico 4.7: Actividades económicas en porcentaje (%), Censo (2017)



Fuente: INEI, 2017

Elaboración propia

#### 4.3.6. Actividad industrial

En la ciudad de Lima se han registrado 6 192 hectáreas donde se realizan las actividades industriales según el Plan de Desarrollo Local Concertado de Lima Metropolitana 2016-2021 tal como se visualiza en el Tabla 4.6 sobre la distribución de terrenos (m<sup>2</sup>) registrados para la actividad industrial en el área de estudio (MINAM, 2019, pág. 41).

Tabla 4.4: Área industrial en la ciudad de Lima

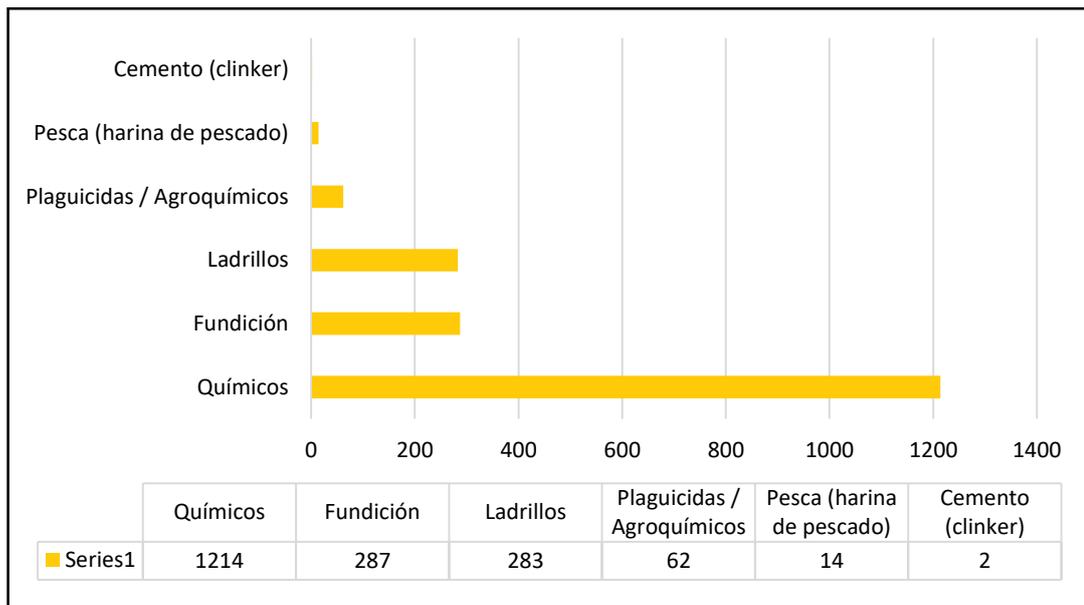
<b>ZONA</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE TERRENO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PORCENTAJES (%)</b>
Norte	571	9
Este	3 660	59
Sur	1 661	27
Centro	300	5
<b>Total</b>	<b>6 192</b>	<b>100</b>

*Fuente: MINAM (2019, pág. 41)*

En primer lugar, se encuentra la zona de Lima Este con el 59%; luego, se localiza la zona de Lima Sur con 27%; en tercer lugar, se visualiza la zona de Lima Norte con 9%; y, por último, la zona de Lima Centro con 5%. Asimismo, se han identificado 3 tipos de actividades industriales que se desarrolla en el área de estudio, entre estas se encuentran la Industria Elemental principalmente se encargan de envase y empaque, almacenamiento de productos textiles, alimenticios y muebles, entre otras actividades; la Industria Liviana se dedica a la elaboración de productos comestibles, fabricación de joyas y artículos relacionados; y la Gran Industria cuya finalidad es almacenamiento de sustancias químicas, reparación de vehículos automotores, de caucho y petróleo, entre otras actividades (Cushman & Wakefield, 2020, pág. 7).

En relación a los rubros industriales en “Lima Metropolitana” se priorizan los rubros químicos, fundición, ladrillos, plaguicidas/agroquímicos, pesca y cemento. Entre estas predominan las industrias de producción de químicos, seguida por las industrias de fundiciones (MINAM, 2019, pág. 42).

Gráfico 4.8: Número de empresas industriales



Fuente: MINAM (2019, pág. 41)

Por otro lado, el INEI (2016, pág. 108) manifiesta que el área de “Lima Metropolitana” concentra el mayor número de empresas. Mediante el Cuadro 4.10, se observa 9 tipos de actividades manufactureras que se han registrado en el año 2016, registrando un total de 93 770 unidades manufactureras.

Cuadro 4.10: Principales actividades manufactureras

ACTIVIDAD ECONÓMICA	ABSOLUTO-2018	%
Industria textil y de cuero	35 739	35.4
Fabricación de productos metálicos	15 620	15.5
Industria de alimentos y bebidas	14 170	14
Industria de papel, imprenta y reproducción de grabaciones	12 739	12.6
Industria de madera y muebles	11 971	11.8
Fabricación de otros productos manufactureros	4 444	4.4
Industria química	4 010	4
Fabricación de productos minerales no metálicos	1 539	1.5
Industria metálicas básicas	768	0.8

Fuente: INEI (2019, pág. 146)

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en la Etapa 3: Trabajo de laboratorio, en relación al contaminante PM 2.5 y los casos de IRAs que aquejan la población del área de estudio.

### 5.1. Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (años 2014 y 2015)

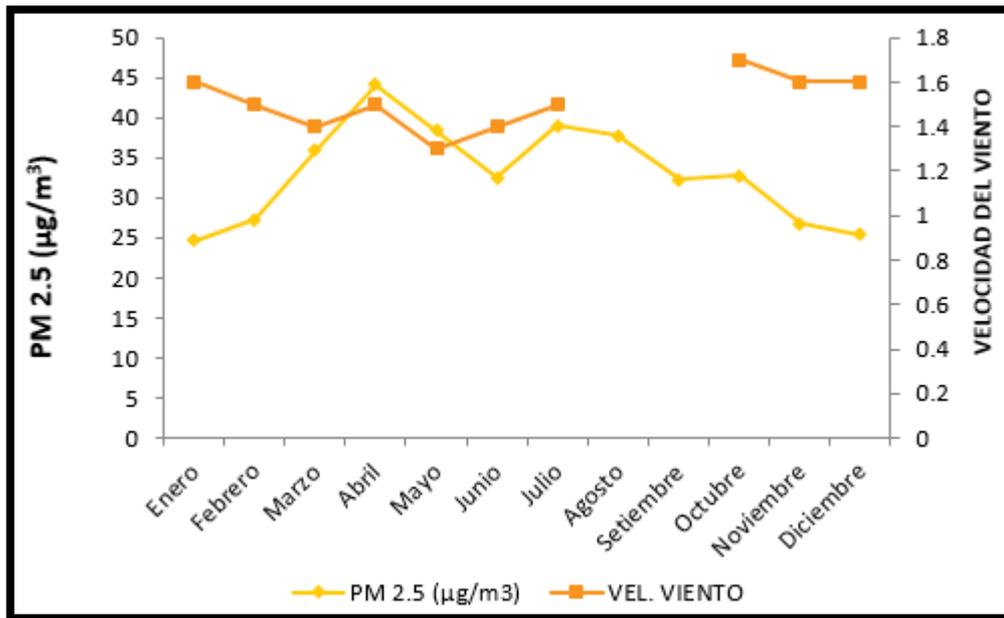
Uno de los factores meteorológicos de mayor importancia que influye en las concentraciones del material particulado PM 2.5, es la velocidad del viento y su dirección. Para el año 2014 la velocidad del viento fue entre 1.3 m/s a 1.7 m/s y con una dirección en todos los meses de suroeste (SW). Para el año 2015, la velocidad del viento fue de 1.6 m/s a 1.8 m/s con una dirección en todos los meses de suroeste (SW). Para ello se ha utilizado la escala de Beaufort.

En el Gráfico 5.9, para el año 2014, se muestra la variación mensual de la velocidad del viento en la ciudad de Lima y cómo se relaciona con la evolución promedio de la concentración por meses del PM 2.5.

En el mes de abril, el PM 2.5 registró el valor más alto de  $44.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , condición “Mala” que le correspondió a una velocidad del viento de 1.5 m/s (brisa ligera). Podemos observar en los meses de enero a marzo, al disminuir la velocidad del viento de 1.6 m/s (brisa ligera) a 1.4 m/s (aire ligero), aumenta la concentración del PM 2.5 pasando de la condición “Moderada” ( $24.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a “Mala” ( $35.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); sin embargo, a partir del mes de octubre hasta diciembre la velocidad del viento también disminuye de 1.7 m/s (brisa ligera) a 1.6 m/s (brisa ligera). Así, la concentración del PM 2.5 debería aumentar; pero, ocurre lo contrario y disminuye de  $32.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (“Mala”) a  $25.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (“Mala”).

Entre los meses de mayo y junio, al aumentar la velocidad del viento de 1.3 m/s (aire ligero) a 1.4 m/s (aire ligero), disminuye la concentración del PM 2.5 de  $38.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (“Mala”) a  $32.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (“Mala”).

Gráfico 5.9: Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (año 2014)



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.5: Datos del PM 2.5 y velocidad del viento (año 2014)

MESES	PM 2.5 (µg/m³)	VEL. VIENTO
Enero	24.61	1.6
Febrero	27.25	1.5
Marzo	35.89	1.4
Abril	44.1	1.5
Mayo	38.42	1.3
Junio	32.45	1.4
Julio	39.02	1.5
Agosto	37.74	
Setiembre	32.27	
Octubre	32.82	1.7
Noviembre	26.75	1.6
Diciembre	25.36	1.6

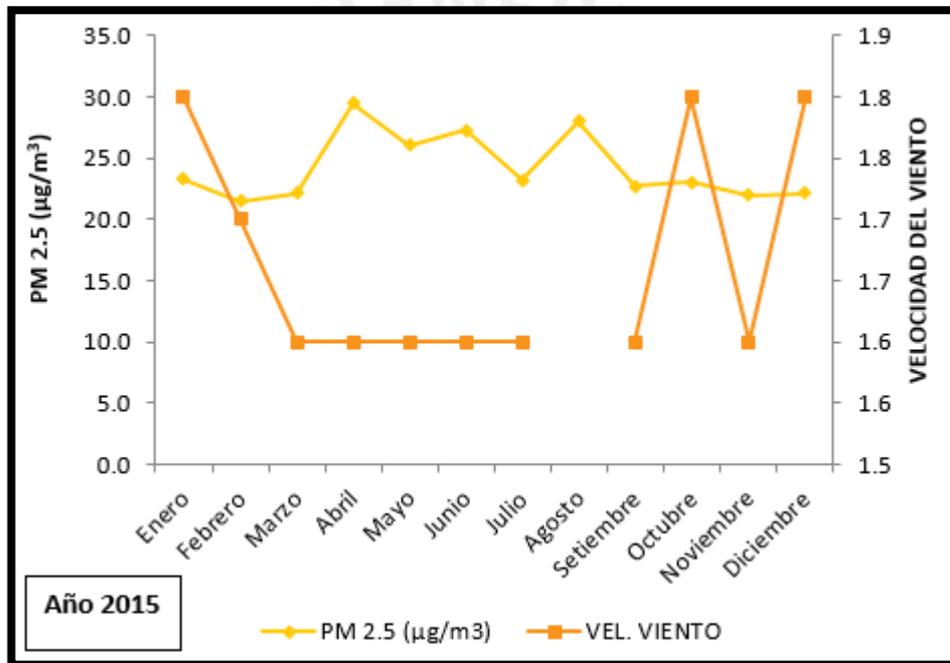
Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

En el Gráfico 5.10, para el año 2015, se observa la variación mensual de la velocidad del viento y su dirección en la ciudad de Lima y su relación con la evolución promedio de la concentración por meses del PM 2.5.

El valor más alto del PM 2.5 se da en el mes de abril con un valor de 29.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (“Mala”) que corresponde a una velocidad del viento 1.6 m/s (brisa ligera). Entre enero y febrero, a pesar de que la velocidad del viento disminuye de 1.8 m/s a 1.7 m/s (brisa ligera), la contaminación debería aumentar; pero, ocurre todo lo contrario y disminuye ligeramente de 23.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 21.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , manteniéndose en condición “Moderada”.

Desde el mes de setiembre hasta diciembre la velocidad del viento aumenta desde 1.6 m/s hasta 1.8 m/s (brisa ligera), disminuyendo la concentración del PM 2.5 ligeramente de 22.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 22.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , manteniéndose en condición “Moderada”.

Gráfico 5.10: Relación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 (año 2015)



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.6: Datos del PM 2.5 y velocidad del viento (año 2015)

MESES	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VEL. VIENTO
Enero	24.61	1.8
Febrero	27.25	1.7
Marzo	35.89	1.6
Abril	44.1	1.6
Mayo	38.42	1.6
Junio	32.45	1.6
Julio	39.02	1.6
Agosto	37.74	
Setiembre	32.27	1.6
Octubre	32.82	1.8
Noviembre	26.75	1.6
Diciembre	25.36	1.8

*Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia*

## 5.2. Resultado del contaminante PM 2.5 y las IRAs (años 2014 y 2015)

En el presente apartado se presentan los resultados de los mapas del contaminante PM 2.5 y los casos de IRAs de toda la población del área de estudio durante los años 2014 y 2015. Por otro lado, la población se ha dividido en tres grupos de edades: Niños: 0 a 11 años, Adultos: 30 a 59 años y Adulto mayor: 60 a más años de edad.

Se empezará con el primer grupo de edad, Niños: 0 a 11 años, durante los años 2014 y 2015. Para esta primera población analizada se muestran cinco grupos de porcentajes de casos de IRAs, los cuales se encuentran relacionados a la escala de colores; es decir, al incrementar los porcentajes de IRAs también incrementan la tonalidad de los colores de más claro a más oscuro.

En el Mapa 5.6 se visualiza al primer grupo de población que corresponde al año 2014. El menor grupo de porcentajes de casos de IRAs que se encuentra entre 0-10%, aquí se ubica el distrito de Breña donde no se visualizan zonas industriales en el distrito; sin embargo, limita con el distrito de Cercado de Lima que sí tiene gran presencia de zona industrial, pero no tiene estación de monitoreo de la calidad aire del SENAMHI; por ende, no se puede saber con exactitud qué grado de contaminación del aire presenta el

distrito y tampoco se observa ningún hospital administrado por el MINSA. El segundo grupo de porcentajes de casos de IRAs está entre el 10-20%, pero ningún distrito se encuentra en este grupo.

El tercer grupo de porcentajes de casos de IRAs se ubica entre 30-50% y se visualizan a los distritos que se encuentran en Lima Centro: San Isidro, Magdalena del Mar, Miraflores y Jesús María. Se observa presencia de zonas industriales identificadas de color rojo que se encuentran ubicadas en los distritos de Jesús María y Magdalena del Mar; por otro lado, el distrito de Jesús María presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5, ello puede ser un motivo para que los porcentajes de casos de IRAs para este grupo de edad (0 a 11 años) registre entre 30-50% de asistencia médica. Por otro parte, se puede observar la presencia de hospitales que pertenecen al MINSA ubicados en los distritos de Magdalena del Mar y Miraflores.

El cuarto grupo de porcentajes de casos de IRAs se encuentra entre 50-65% y se observan a los distritos de Comas, Los Olivos, Independencia y San Martín de Porres que se ubican en Lima Norte; en todos estos distritos se observa presencia de zonas industriales (color rojo), es preciso señalar que en esta área de Lima Norte se ha registrado el 20.8% de industrias localizadas en esta zona (INEI, 2016, pág. 105); asimismo, se desarrollan actividades industriales tales como empresas metalmecánicas y farmacéuticas, industrias de repuestos y accesorios para vehículos, metalmecánicas, plásticos, textiles, rubro alimentos y bebidas (Colliers INTERNATIONAL, 2017, págs. 8-9). Es muy claro que, al existir presencia de las industrias, la contaminación atmosférica incrementa y ello también influye en el incremento de atención médica en casos de IRAs. Aparte de ello, el distrito de San Martín de Porres presenta una condición “Moderada” en relación con el contaminante PM 2.5; sin embargo, en los otros distritos no tienen estación de monitoreo de la calidad del aire, y no se puede saber exactamente el grado de contaminación que pueda existir. En relación con los hospitales administrado por el MINSA, se visualizan en los distritos de San Martín de Porres y Comas.

En este mismo grupo de porcentajes de casos de IRAs (50-65%) también se encuentran los distritos del Rímac, Santiago de Surco, Surquillo, Pueblo Libre, Lince, San Borja y San Miguel localizados en Lima Centro y se observa que el distrito de San Borja presenta una

condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5; sin embargo, no tiene zonas industriales, pero limita con el distrito de Santiago de Surco que sí tiene zonas industriales. Puede ser por esta razón que el contaminante se traslade a este distrito y, por lo tanto, registre esta condición “Moderada”. El distrito de San Miguel también tiene zonas industriales, pero no se puede saber qué grado de contaminación presenta ya que no existe estación meteorológica de la calidad del aire, pero sí se observa el incremento de porcentajes de IRAs que afectan a este grupo de población. Por otro lado, en el distrito de Pueblo Libre se observa presencia de un hospital que corresponde al MINSA.

Si nos trasladamos hacia Lima Este se visualizan a los distritos de San Luis, El Agustino, La Molina, Lurigancho-Chosica y Cieneguilla. En este mismo grupo de porcentaje de casos de IRAs (50-65%), el distrito de Lurigancho-Chosica no tiene zonas industriales; sin embargo, presenta una condición “Mala” por el contaminante PM 2.5, es muy probable que este registro de contaminación también pueda estar influenciada por otros tipos de contaminación (Parque automotor, etc.). Los distritos de San Luis y El Agustino tienen zonas industriales, pero no existe estación de monitoreo de la calidad del aire, por lo tanto, no se puede saber qué grado de contaminación presenta. Además, en el distrito de El Agustino se observa un hospital que pertenece al MINSA.

Por último, en este grupo de porcentajes de casos de IRAs (50-65%) también se encuentran a los distritos de Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Chorrillos y Villa El Salvador localizados en Lima Sur. En el distrito de Villa María del Triunfo se observa presencia de un hospital administrado por el MINSA; este distrito presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5 pero este no tiene zonas industriales; sin embargo, los distritos de San Juan de Miraflores, Villa El Salvador y Chorrillos sí tienen zonas industriales, pero no existe estación meteorológica de la calidad del aire.

El quinto grupo de porcentajes de casos de IRAs se ubican entre 65-75% y se visualizan a los distritos de Lima Norte: Santa Rosa, Puente Piedra y Carabayllo. Estos dos últimos distritos presentan condición “Mala” por el contaminante PM 2.5 pero solo en el distrito de Puente Piedra tienen zona industrial y también en este distrito se observa presencia de un hospital administrado por el MINSA.

En este grupo de porcentajes de casos de IRAs (65-75%) también se encuentran los distritos de Lima Centro: Cercado de Lima, La Victoria y Barranco. El distrito de Cercado de Lima tiene una significativa presencia de zonas industriales, pero, al no existir estación de monitoreo de la calidad del aire, no se puede saber con exactitud el grado de contaminación que generan los procesos industriales. En cambio, se puede comprobar que registra el mayor porcentaje de casos de IRAs de asistencia médica. En este distrito se observa presencia de dos hospitales que pertenecen al MINSA.

En este grupo también están los distritos de Lima Este: San Juan de Lurigancho, Santa Anita y Ate Vitarte. Estos 3 distritos tienen zonas industriales pero los distritos de San Juan de Lurigancho y Ate Vitarte presentan condición “Mala” por el contaminante PM 2.5; mientras que en el distrito de Santa Anita presenta condición “Moderada”. Estos tres distritos cuentan con presencia de hospitales del MINSA. Por último, se visualiza al distrito de Pachacámac ubicado en Lima Sur. Este distrito no tiene zonas industriales y tampoco tiene estación de monitoreo de la calidad del aire, pero sí registra el mayor porcentaje de IRAs.

En el Mapa 5.7 también se visualiza al primer grupo de población para el año 2015. El menor grupo de porcentajes de casos de IRAs que se encuentran entre 35-45% se visualizan en los distritos de Lima Centro: Jesús María, San Isidro y Miraflores. El distrito de Jesús María presenta una pequeña zona industrial y también registra condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5; por otro lado, solo se observa que el distrito de Miraflores tiene un hospital administrado por el MINSA. Finalmente, se observa al distrito de Chaclacayo ubicado en Lima Este, pero este distrito no tiene zonas industriales, tampoco estación de monitoreo de la calidad del aire y mucho menos hospital administrado por el MINSA.

El segundo grupo de porcentajes de casos de IRAs se encuentra entre 45-55% y entre ellos se visualiza al distrito de San Martín de Porres ubicado en Lima Norte. Este distrito tiene zonas industriales y presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5 y es muy probable que una de las causas de esta condición sea producto de los procesos industriales ubicado en este distrito; además, se observa un hospital administrado por el MINSA. Si nos ubicamos en Lima Centro observamos que a los distritos de Breña y

Surquillo tienen presencia de zonas industriales, pero no tiene estación de monitoreo de la calidad del aire; por lo tanto, no se sabe qué nivel de contaminación generan al medio ambiente; además, estos distritos tampoco cuentan con hospitales administrados por el MINSA; por último, se visualiza al distrito de San Luis ubicado (Lima Este), este distrito tiene zonas industriales, pero no existe estación meteorológica de la calidad del aire y tampoco tiene presencia de hospital administrado por el MINSA.

El tercer grupo de porcentajes de casos de IRAs están entre 55-60% y se observa al distrito de Los Olivos que pertenece a Lima Norte. Este distrito tiene zonas industriales, pero no tiene estación de monitoreo de la calidad del aire; por dicha razón, no se puede saber qué grado de contaminación del aire presenta; sin embargo, tiene mayor del 50% de casos de IRAs, también este distrito no tiene presencia de ningún hospital administrado por el MINSA.

En este grupo de porcentajes de casos de IRAs 55-60%, también se encuentran los distritos de San Borja, Santiago de Surco, San Miguel y Magdalena del Mar que pertenecen a Lima Centro y podemos observar que los distritos de San Miguel y Santiago de Surco tienen zonas industriales, pero el distrito de San Borja presenta condición "Moderada" por el contaminante PM 2.5. En relación con la presencia de hospitales, solo se observa uno en el distrito de Magdalena del Mar.

Hacia la zona de Lima Este se observa al distrito de El Agustino, el cual tiene zonas industriales, pero no existe ninguna estación de monitoreo de la calidad del aire que pueda registrar el nivel de contaminación que generan los procesos industriales. Pero, esta contaminación se refleja en los casos de IRAs que afectan a este grupo poblacional que se encuentran entre 0 a 11 años de edad. Y, en la zona de Lima Sur se observa al distrito de San Juan de Miraflores y se observa presencia de zonas industriales, pero no existe ninguna estación de monitoreo de la calidad del aire; sin embargo, presenta más del 50% de asistencia médica por casos de IRAs y sí tiene un hospital administrado por el MINSA.

El cuarto grupo de porcentajes de casos de IRAs están entre 60-65% por la zona de Lima Norte y se encuentran los distritos de Puente Piedra, Carabayllo, Comas e Independencia. El distrito de Puente Piedra tiene zonas industriales predominando la

actividad económica en rubro de alimentos y bebidas (Colliers INTERNATIONAL, 2017, págs. 8-9). Además, presenta condición “Mala” por el contaminante PM 2.5; en el distrito de Carabayllo no se visualizan zonas industriales, pero presenta condición “Moderada” por el contaminante del PM 2.5. El distrito de Comas tiene zonas industriales; pero, al no existir estación de monitoreo de calidad del aire, no podemos saber con exactitud qué nivel de contaminación generan estos procesos industriales ubicados en dicho distrito; sin embargo, sí podemos observar un mayor porcentaje de casos de IRAs.

Además, en los distritos de Puente Piedra y Comas, se observa presencia de hospital administrado por el MINSA. Por la zona de Lima Centro se observan a los distritos del Rímac, Cercado de Lima, Pueblo Libre y Barranco; solo el distrito del Cercado de Lima tiene zonas industriales; pero no existe estación meteorológica y, por ende, no se puede saber el nivel de contaminación del aire que generan estos procesos industriales; los distritos de Cercado de Lima y Pueblo Libre tienen hospitales que están administrados por el MINSA.

Si centramos nuestra atención en Lima Este, observamos a los distritos de Cieneguilla, Lurigancho-Chosica y La Molina; en estos distritos no se observan zonas industriales, tampoco presencia de hospitales administrado por el MINSA; pero el distrito de Lurigancho-Chosica presenta una condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. Por último, se observan a los distritos de Lima Sur: Villa el Salvador, Chorrillos y Lurín; en los distritos de Villa El Salvador y Chorrillos tienen zonas industriales, pero no existe ninguna estación meteorológica que pueda medir el grado de contaminación al aire producto de esta actividad y tampoco se observa hospitales administrados por el MINSA.

El mayor grupo de porcentajes de casos de IRAs se encuentra entre el 65-70% y se visualizan a los distritos de Lima Norte: Santa Rosa y Ancón, pero estos distritos no tienen zonas industriales, tampoco hospitales administrados por el MINSA y mucho menos tienen estación de monitoreo de la calidad del aire; sin embargo, presenta el mayor porcentaje de casos de IRAs. Hacia un lado aparecen los distritos de Lima Centro: Lince y La Victoria; estos distritos no tienen zonas industriales, tampoco estación

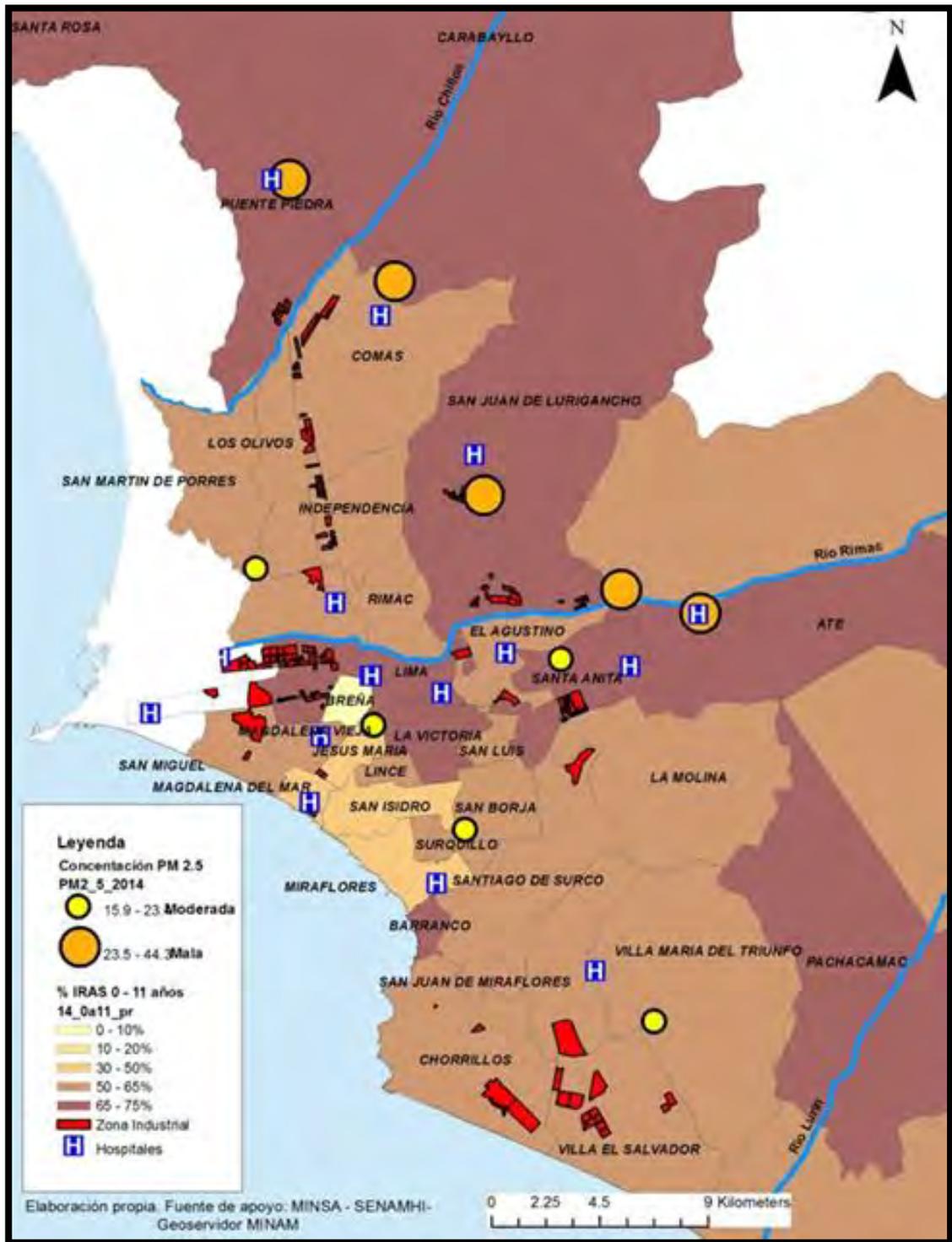
meteorológica de la calidad del aire, y no cuentan con ningún hospital administrado por el MINSA; sin embargo, presentan el mayor porcentaje de casos de IRAs.

Por otro lado, están los distritos de Lima Este: San Juan de Lurigancho, Santa Anita y Ate Vitarte; estos tres distritos tienen hospitales administrado por el MINSA, también tienen zonas industriales, para el año 2016 se registraron 199 377 representando 20.1% de industrias (INEI, 2016, pág. 105) y presentan condición “Mala” por el PM 2.5 que puede ser una de las razones por las cuales estos distritos presentan el mayor porcentaje de casos de IRAs que afecta a esta población que se encuentran entre 0 a 11 años.

Por último, se visualizan a los distritos de Lima Sur: Villa María del Triunfo y Pachacámac. El distrito de Villa María del Triunfo no tiene zonas industriales, pero registra condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5, también en este distrito se observa un hospital administrado por el MINSA; en relación al distrito de Pachacámac, este no tiene zonas industriales, tampoco tiene estación meteorológica, mucho menos se observa presencia de hospital, pero estos dos distritos presentan los mayores porcentajes de casos de IRAs.

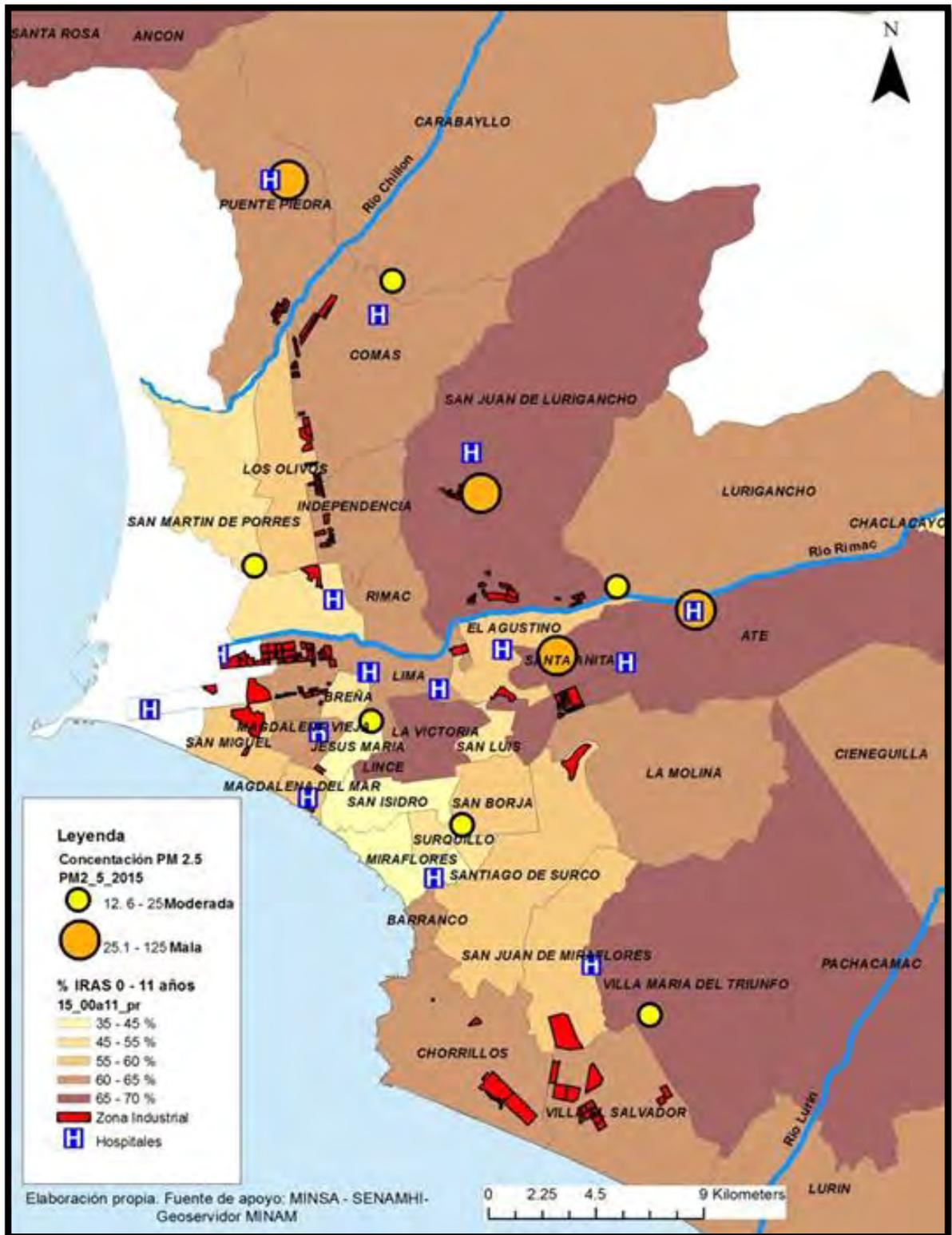
Se puede concluir que esta población de 0 a 11 años de edad para los años 2014 y 2015 presenta más del 65% de casos de IRAs registrado por el MINSA entre aquellos que se encuentran ubicados en los distritos de la ciudad de Lima y, sobre todo, hacer hincapié en que existe una relación entre el mayor porcentaje de casos de IRAs con la mayor presencia de áreas industriales: tales son los casos de los distritos de Puente Piedra, Cercado de Lima, San Juan de Lurigancho, Santa Anita, Ate Vitarte.

Mapa 5.6: Porcentaje de IRAs de 0-11años y niveles del PM 2.5 (año 2014)



Fuente: Base de datos proporcionados por MINSa-SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

Mapa 5.7: Porcentajes de IRAs de 0-11 años y niveles del PM 2.5 (año 2015)



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSa y el SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

En este apartado se presentan los resultados de la segunda población analizada: Adultos de 30 a 59 años entre los años 2014 y 2015. Además, los porcentajes de casos de IRAs se visualizan en 4 grupos que están relacionados a la escala de colores; es decir, al incrementar los porcentajes de IRAs también incrementa la tonalidad de los colores.

En el Mapa 5.8 se visualizan los resultados para este segundo grupo de población que corresponde al año 2014, el menor grupo de porcentaje de casos de IRAs, se encuentra entre 10-15% y se visualizan a los siguientes distritos de Lima Norte: Santa Rosa, Ancón, Puente Piedra y Carabayllo. Los distritos de Puente Piedra y Carabayllo presentan condición “Mala” por el contaminante PM 2.5, pero solo el distrito de Puente Piedra presenta una pequeña zona industrial y también tiene un hospital administrado por el MINSa.

Si nos dirigimos a Lima Centro, observamos a los distritos de Cercado de Lima, Breña, La Victoria y Barranco. El distrito de Cercado de Lima tiene zonas industriales, pero, al no tener estación meteorológica, no se puede saber el nivel de contaminación que generan los procesos industriales. Además, este distrito presenta dos hospitales administrados por el MINSa.

Hacia el lado de Lima Este, se encuentran los distritos de Ate Vitarte, Santa Anita, y San Juan de Lurigancho. Estos tres distritos tienen zonas industriales: los distritos de San Juan de Lurigancho y Ate Vitarte presentan condición “Mala” por el contaminante PM 2.5; mientras que el distrito de Santa Anita presenta condición “Moderada”. Además, estos tres distritos tienen hospitales que están administrados por el MINSa. En este mismo grupo de porcentajes de casos de IRAs (10-15%) se encuentran los distritos de Lima Sur: Chorrillos, Villa María del Triunfo y Pachacámac. Solo el distrito de Chorrillos tiene zonas industriales, pero al no existir estación meteorológica de la calidad del aire, no se puede saber el grado de contaminación que generan los procesos industriales. El distrito de Villa María de Triunfo no tiene zonas industriales, pero sí presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. En estos tres distritos no se observa presencia de ningún hospital administrado por el MINSa.

El segundo grupo de porcentajes de casos de IRAs son los que se encuentran entre 15-25% e incluye a los distritos de Lima Norte: Comas, Los Olivos, San Martín de Porres e

Independencia. El distrito de San Martín de Porres tiene zona industrial y también presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. Además, en los distritos de Comas, Los Olivos e Independencia existen zonas industriales, pero no existe ninguna estación meteorológica que pueda medir la contaminación al ambiente producto de los procesos de industriales. Con relación a los hospitales solo se observa en los distritos de Comas y San Martín de Porres.

Por otro lado, si nos ubicamos hacia la zona de Lima Centro, se encuentran a los siguientes distritos: Rímac, San Borja, Lince, San Miguel, Pueblo Libre y Santiago de Surco. Los distritos de San Miguel y Santiago de Surco tienen zonas industriales, pero no tienen estación de monitoreo de la calidad del aire, por lo tanto, no se puede saber el grado de contaminación que ocasionan al medio ambiente. El distrito de San Borja no tiene zonas industriales, pero sí presenta contaminación del aire en condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. Respecto a los hospitales administrados por el MINSA, solo se identifica uno en el distrito de Pueblo Libre.

Hacia la zona de Lima Este se encuentran los distritos: Lurigancho-Chosica, El Agustino, La Molina y Cieneguilla. En el distrito de Lurigancho-Chosica no se observa presencia de zonas industriales, pero sí presenta una contaminación del aire en condición “Mala” por el contaminante PM 2.5; tampoco se observa presencia de hospital. En los distritos de La Molina y Cieneguilla no existen zonas industriales, tampoco tienen estación meteorológica de la calidad del aire ni cuentan con la presencia de hospitales administrados por el MINSA. El distrito de El Agustino sí tiene zonas industriales, pero no tiene estación meteorológica de la calidad del aire para saber exactamente el nivel de contaminación. Este distrito sí cuenta con un hospital que está administrado por el MINSA.

Por último, se encuentran los distritos de Lima Sur: San Juan de Miraflores, Villa El Salvador. Estos distritos tienen presencia de zonas industriales, a excepción del distrito de Lurín, pero no tienen estación meteorológica; por lo tanto, no se sabe el grado de contaminación a la atmósfera producto de esta actividad. Solo en el distrito de San Juan de Miraflores se observa la presencia de un hospital del MINSA.

El tercer grupo de porcentajes de casos de IRAs está entre el 20-25% y se visualiza al distrito de Surquillo ubicado en Lima Centro. El distrito no tiene zonas industriales, tampoco hospitales y mucho menos estación meteorológica. Por otro lado, en este mismo grupo de porcentaje de IRAs se encuentran los distritos de San Luis y Chaclacayo ubicados en Lima Este. El distrito de San Luis presenta zona industrial pero no cuenta con estación meteorológica de la calidad del aire, al igual que el distrito de Chaclacayo. Además, estos dos distritos no tienen presencia de hospitales administrados por el MINSA.

Por último, el mayor grupo de porcentajes de casos de IRAs están entre el 25-30%. En este rango solo se visualizan a los distritos de Lima Centro: Jesús María, Magdalena del Mar, San Isidro y Miraflores. El distrito de Magdalena del Mar tiene zonas industriales, pero no existe estación meteorológica de la calidad del aire; sin embargo, el distrito de Jesús María sí tiene zonas industriales y presenta condición “Moderada” por el PM 2.5. Respecto a los hospitales, se visualizan en los distritos de Magdalena del Mar y Miraflores.

En el Mapa 5.9, se visualizan también los resultados del segundo grupo de población, en ese caso, corresponde al año 2015. El menor grupo de porcentaje de casos de IRAs se encuentran entre 10-15% y se visualizan a los distritos de Lima Norte: Santa Rosa, Ancón y Carabayllo. Estos tres distritos no tienen zonas industriales y tampoco hospitales; sin embargo, el distrito de Carabayllo presenta condición “Mala” por el PM 2.5.

También, en este grupo de porcentajes de IRAs se encuentran los distritos de Lima Centro: La Victoria y Lince; sin embargo, estos distritos no tienen zonas industriales, tampoco estación de la calidad del aire y no tienen hospitales administrados por el MINSA.

Hacia la zona de Lima Este están los distritos de Ate Vitarte, Santa Anita y San Juan de Lurigancho; estos tres distritos sí tienen presencia de hospitales, zonas industriales y también registran contaminación del aire en condición “Mala” por el contaminante PM 2.5. Y, en la zona de Lima Sur, se encuentran los distritos Pachacámac y Villa María del Triunfo. Estos distritos no tienen zonas industriales; sin embargo, el distrito de Villa María del Triunfo presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5.

El segundo grupo de porcentaje de casos de IRAs se encuentran entre el 15-25% y se visualizan en los distritos de Comas, Los Olivos, Independencia, San Martín de Porres y Puente Piedra localizados en Lima Norte. Todos estos distritos tienen zonas industriales. El distrito de Puente Piedra registra una condición “Mala” por la contaminación PM 2.5. En el caso de los distritos de Carabaylo y San Martín de Porres, estos presentan condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5 y, respecto a la presencia de hospitales, se visualizan en los distritos de Puente Piedra, Comas, San Martín de Porres.

Hacia Lima Centro los distritos que se encuentran en este mismo grupo de porcentaje son El Rímac, Cercado de Lima, San Miguel, Pueblo Libre, San Borja, Surquillo, Santiago de Surco y Barranco. Los distritos que tienen zonas industriales son Cercado de Lima, Santiago de Surco y San Miguel. Por otro lado, el distrito de San Borja presenta condición “Mala” por el PM 2.5 y los distritos que tienen presencia de hospital son Cercado de Lima, Pueblo Libre y Magdalena del Mar.

Hacia la zona de Lima Este los distritos que presentan el mismo porcentaje de IRAs son Lurigancho-Chosica, El Agustino, La Molina, Chaclacayo, Cieneguilla. El distrito de Lurigancho-Chosica no tiene zonas industriales, pero presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. El distrito del Agustino sí tiene zonas industriales, pero no existe estación meteorológica y no se puede saber el nivel de contaminación atmosférica. Este distrito es el único distrito de Lima Este que tiene presencia de un hospital que pertenece al MINSA. Por último, los distritos de San Juan de Miraflores, Villa el Salvador, Chorrillos y Lurín tienen zonas industriales, pero no existe ninguna estación meteorológica que pueda medir la calidad del aire; por otro lado, el distrito de San Juan de Miraflores es el único que tiene presencia de un hospital administrado por el MINSA.

El tercer grupo de porcentaje de casos de IRAs están entre 20-25% y aquí se encuentran los distritos San Luis y Breña localizados en Lima Centro. Ninguno de estos distritos tiene hospital y tampoco estación meteorológica de la calidad del aire; sin embargo, el único distrito que tiene zona industrial es San Luis.

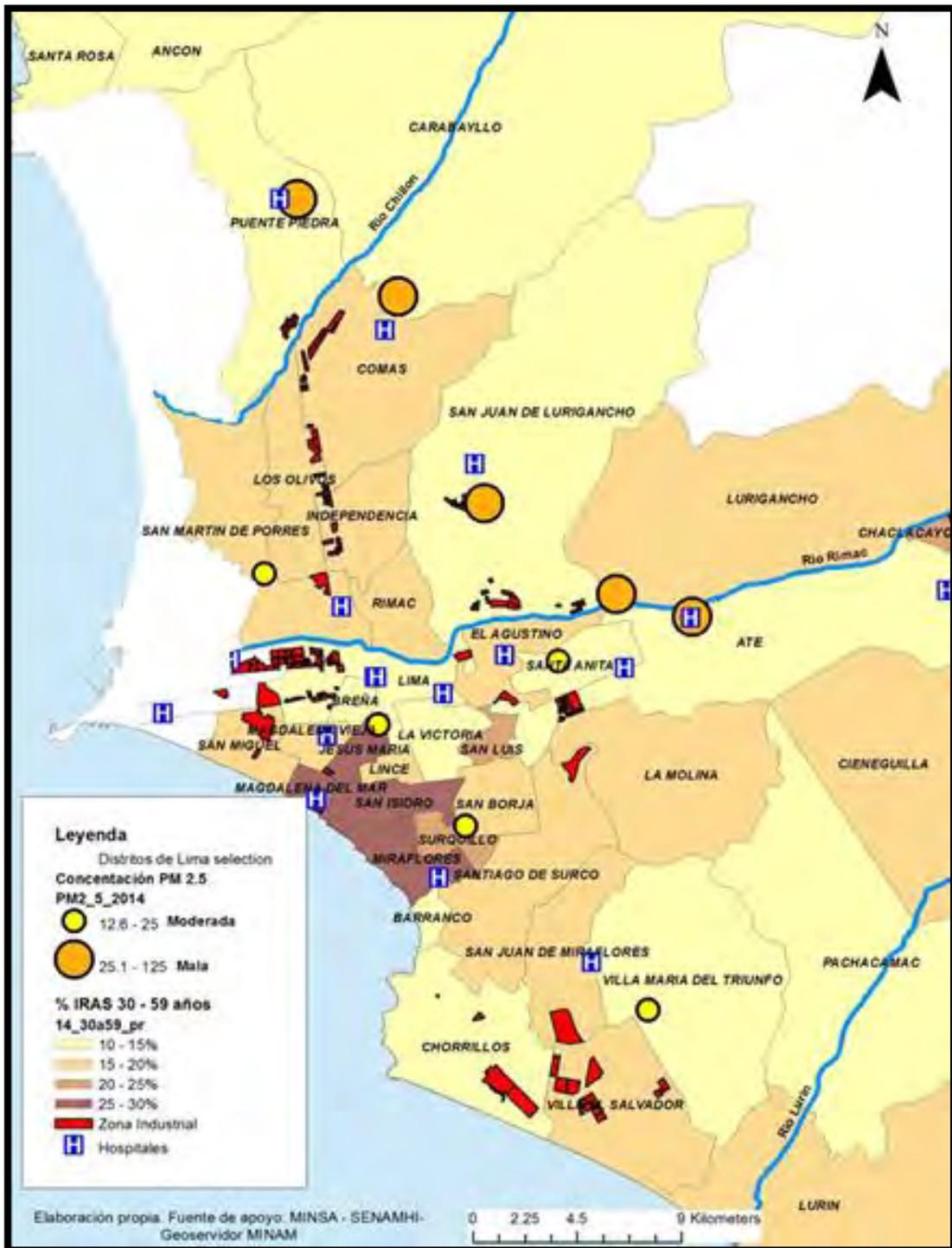
Por último, el cuarto grupo de porcentaje de casos de IRAs se encuentra entre el 25-30% y se identifican a los distritos de Jesús María, San Isidro y Miraflores. Solo el distrito de

Jesús María tiene presencia de zonas industriales y también presenta condición “Moderada” por el PM 2.5 y, en lo que respecta a hospitales del MINSA, solo se visualiza su existencia en el distrito de Miraflores.

En comparación con el primer grupo de edad de 0 a 11 años, este grupo de población que se encuentra entre las edades de 30 a 59 años para ambos años registra una asistencia médica por casos de IRAs que llega a un máximo de 30% y solo presenta 4 grupos de porcentajes de casos de IRAs.

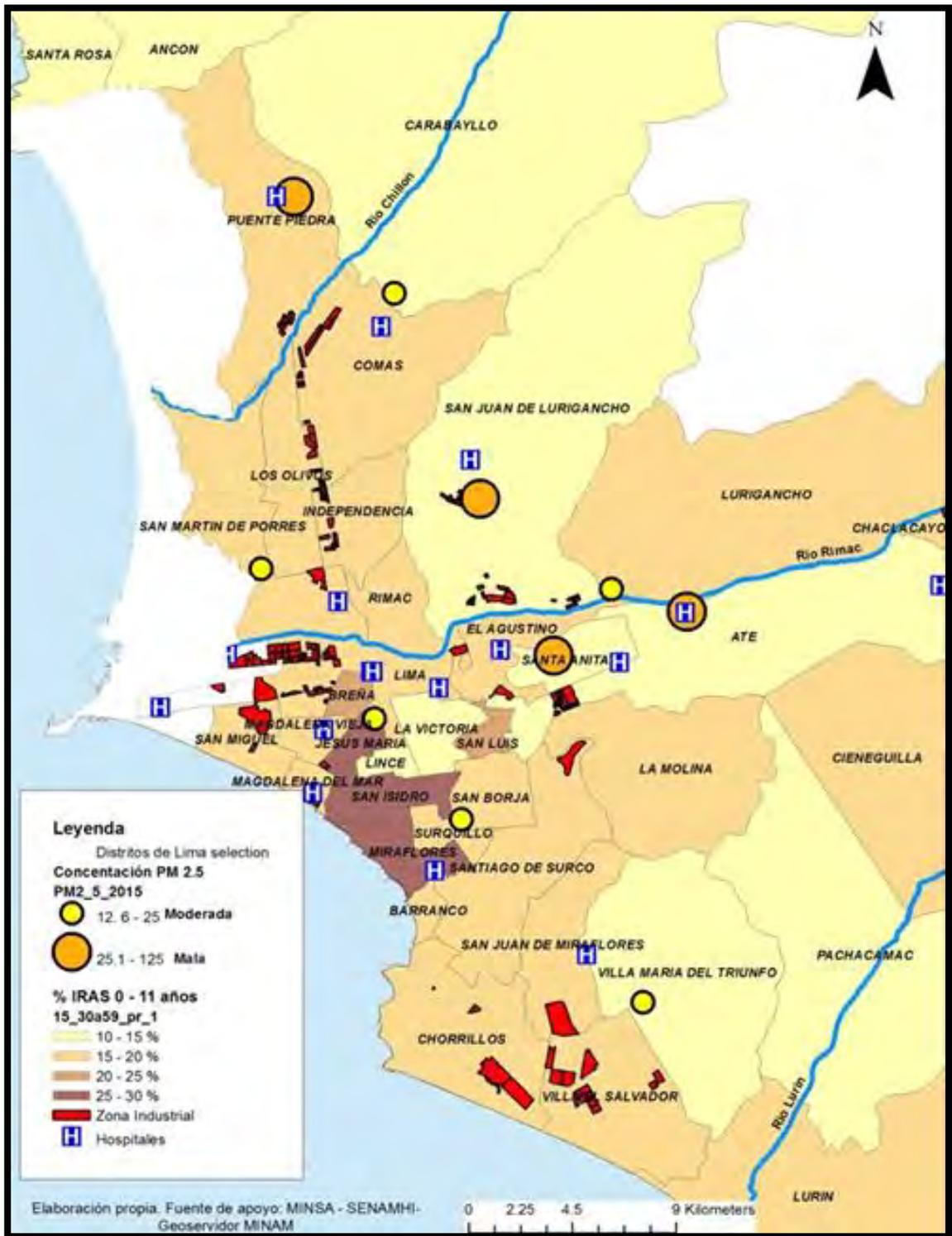


Mapa 5.8: Porcentajes de IRAs de 30-59 años y niveles del PM 2.5 (año 2014)



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

Mapa 5.9: Porcentajes de IRAs de 30-59 años y niveles del PM 2.5 (año 2015)



Fuente: Base de datos proporcionado por el MINSa y el SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

A continuación, se presentan los resultados del tercer grupo de población Adulto mayor: 60 a más años de edad, para los años 2014 y 2015. Para esta población los porcentajes de casos de IRAs se distribuyen en tres grupos.

En el Mapa 5.10, se visualiza al tercer grupo de población que corresponde al año 2014. El menor grupo de porcentajes de casos de IRAs se encuentran entre 0-5%, aquí se encuentra los distritos de Breña y Barranco. Ambos distritos no tienen zonas industriales, tampoco estación meteorológica y menos aún hospitales administrados por el MINSA. Si nos ubicamos hacia la zona de Lima Este se encuentran los distritos de Ate Vitarte y La Molina. Entre estos, solo el distrito de Ate Vitarte tiene un hospital, presenta zonas industriales y tiene una condición “Mala” por el contaminante PM 2.5; por otro lado, se encuentra el distrito Pachacámac ubicado en Lima Sur, este distrito no tiene hospital, zonas industriales y tampoco estación meteorológica.

El segundo grupo de porcentaje de casos de IRAs están entre 5-10%, aquí se visualizan a los distritos Ancón, Puente Piedra, Carabayllo, San Martín de Porres, Independencia y Los Olivos. Todos estos distritos tienen zonas industriales, excepto los distritos de Ancón y Carabayllo. Los distritos de Puente Piedra y Carabayllo presentan condición “Mala” por el PM 2.5 y el distrito de San Martín de Porres presenta condición “Moderada” por el contaminante PM2.5. Los distritos de Puente Piedra, Comas y San Martín de Porres tienen presencia de hospitales que están administrados por el MINSA.

En este grupo de porcentajes también se encuentran los distritos de Lima Centro: El Rímac, Cercado de Lima, San Miguel, La Victoria, San Borja, San Isidro y Santiago de Surco. De estos, los distritos que tienen zonas industriales son Cercado de Lima, San Miguel y Santiago de Surco, pero ninguno de estos distritos tiene estación meteorológica de la calidad del aire que pueda medir la contaminación atmosférica producto de las actividades industriales. Por otro lado, el distrito de San Borja no tiene zonas industriales, pero presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5. El distrito de Cercado de Lima es el único distrito que tiene dos hospitales administrados por el MINSA. También, en este mismo grupo de porcentajes de casos de IRAs, están los siguientes distritos de Lima Este: San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, Chaclacayo, San Luis, El Agustino, Cieneguilla y Santa Anita. A excepción de los distritos

de Lurigancho-Chosica, Chaclacayo y Cieneguilla, los demás distritos tienen zonas industriales. Por otro lado, los distritos de San Juan de Lurigancho y Lurigancho-Chosica presentan condición “Mala” por el contaminante PM 2.5 y el distrito de Santa Anita presenta condición “Moderada”; y, además, los distritos que tienen hospitales son El Agustino, Santa Anita y San Juan de Lurigancho.

Si nos ubicamos en la zona de Lima Sur, se encuentran los distritos de Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Chorrillos, San Juan de Miraflores y Lurín. Los distritos que tienen zonas industriales son Chorrillos, San Juan de Miraflores y Villa El Salvador, pero ninguno de estos distritos tiene estación meteorológica para conocer el impacto al ambiente que causa la actividad industrial; por el contrario, el distrito de Villa María del Triunfo no tiene zonas industriales, sin embargo, presenta condición “Moderada” por el PM 2.5. Por último, no se visualiza ningún hospital en estos distritos.

El grupo de porcentajes más alto de casos de IRAs se encuentra entre el 10-15%, solo se visualiza a los distritos de Lima Centro: Jesús María, Pueblo Libre, Magdalena del Mar, Lince y Surquillo. Entre ello, los distritos que tienen zonas industriales son Jesús María y Magdalena del Mar, pero el distrito de Jesús María presenta condición “Moderada” por el PM 2.5. En el caso del distrito de Magdalena del Mar, no tiene estación meteorológica y no se puede saber cuál es el grado de contaminación generada por esta actividad. Los distritos que tienen hospitales son Magdalena del Mar y Pueblo Libre.

En el Mapa 5.11 se encuentran los resultados de la población de 60 años a más, para el año 2015. En el menor grupo de porcentajes de casos de IRAs se encuentran aquellos entre 0-5% y se visualiza al distrito de Santa Rosa, ubicado en Lima Norte, y Pachacamac, en Lima Sur. Santa Rosa como distrito no tiene zonas industriales, tampoco tiene estación meteorológica y menos aún hospital administrado por el MINSA. En este mismo grupo de porcentaje también se encuentra el distrito de Pachacámac, el cual no tiene zonas industriales, ni estación meteorológica ni hospitales administrados por el MINSA.

El segundo grupo de porcentajes de casos de IRAs presenta porcentajes entre el 5-10%. En este grupo se encuentran los distritos de Lima Norte: Ancón, Puente Piedra, Carabayllo, San Martín de Porres, Independencia, Comas y Los Olivos. Todos los distritos presentan zonas industriales, excepto los distritos de Ancón y Carabayllo. Por otro lado,

los distritos de San Martín de Porres y Carabayllo presentan condición “Moderada” por el PM 2.5 y el distrito de Puente Piedra presenta condición “Mala” por el PM 2.5. Los distritos de Puente Piedra, Comas y San Martín de Porres tienen presencia de hospitales administrados por el MINSA.

En este mismo grupo de porcentaje, también se encuentran los distritos de Lima Centro: El Rímac, Cercado de Lima, San Miguel, Pueblo Libre, La Victoria, San Borja, San Isidro, Barranco y Santiago de Surco, Los distritos que tienen zonas industriales son San Luis, San Miguel, Santiago de Surco y Cercado de Lima, pero ninguno de estos distritos tiene estación meteorológica que pueda registrar la contaminación generada por esta actividad. Sin embargo, el distrito de San Borja no tiene zonas industriales, pero presenta condición “Moderada” por el PM 2.5. Los distritos de Pueblo Libre y Cercado de Lima tienen presencia de hospitales administrados por el MINSA.

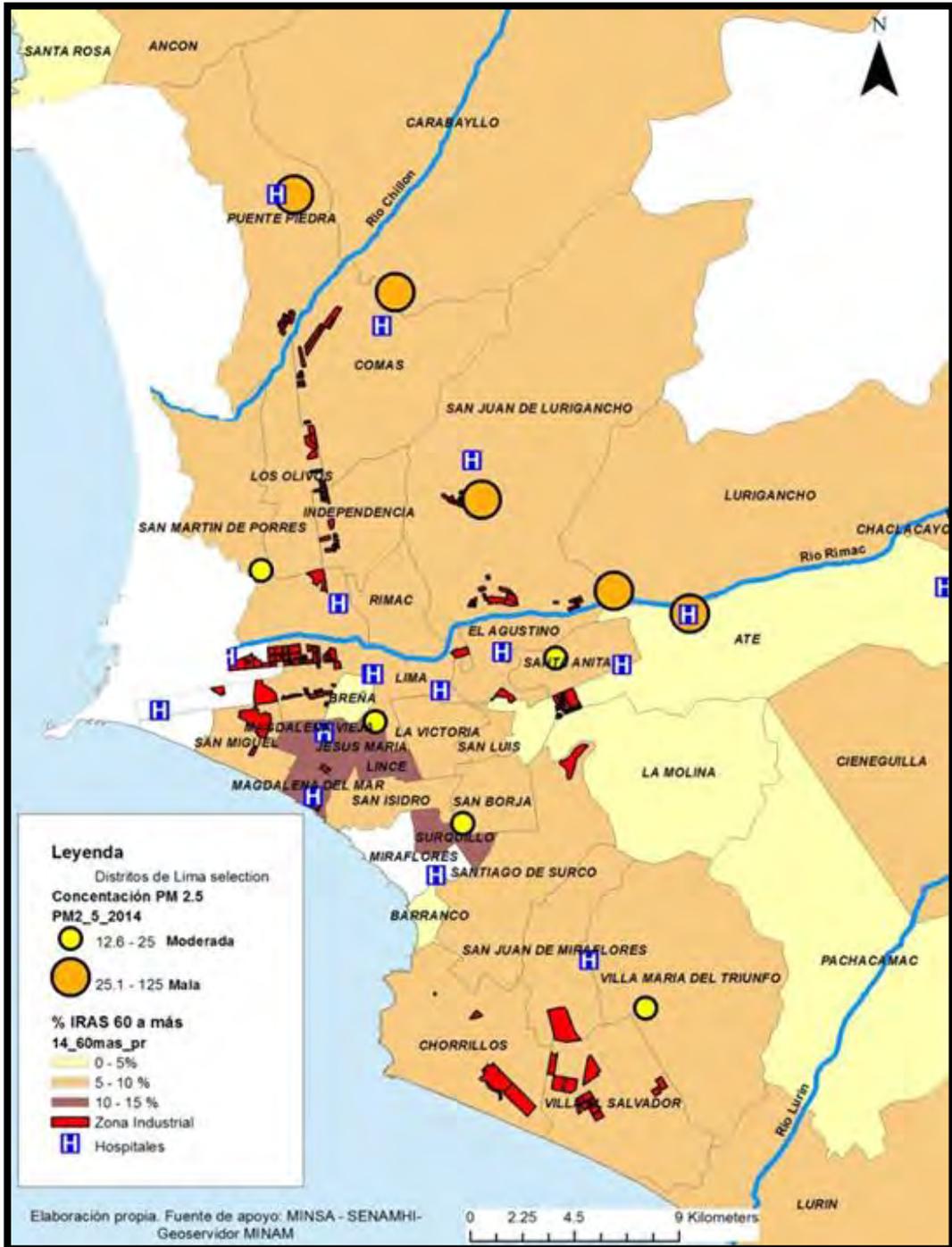
También, en la zona de Lima Este se encuentran los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, San Luis, El Agustino, Ate Vitarte, Cieneguilla, Chaclacayo y Santa Anita; los distritos que tienen zonas industriales son: San Juan de Lurigancho, Ate Vitarte y Santa Anita. Además, estos tres distritos presentan condición “Mala” por el PM 2.5. El distrito de Lurigancho-Chosica no tiene zonas industriales, pero presenta condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5 y se visualizan hospitales en los distritos de San Juan de Lurigancho, Santa Anita, El Agustino y Ate Vitarte.

Hacia la zona de Lima Sur, se encuentran los distritos de Villa María del Triunfo, Villa el Salvador, Chorrillos, San Juan de Miraflores y Lurín. Los distritos que tienen zonas industriales son Villa el Salvador, Chorrillos y San Juan de Miraflores; sin embargo, ninguno de estos distritos tiene estación meteorológica para saber exactamente qué grado de contaminación generan los procesos industriales. El distrito de Villa María del Triunfo no tiene presencia de zonas industriales, pero tiene condición “Moderada” por el PM2.5; por último, ninguno de estos distritos presenta hospital que pertenezcan al MINSA.

En comparación a los dos grupos de edades de 0 a 11 años y de 30 a 59 años, el tercer grupo de edad, adultos mayores, solo presenta 3 grupos de porcentajes de casos de IRAs, siendo el mayor grupo el de 10-15%. Además, este grupo de edad es una población

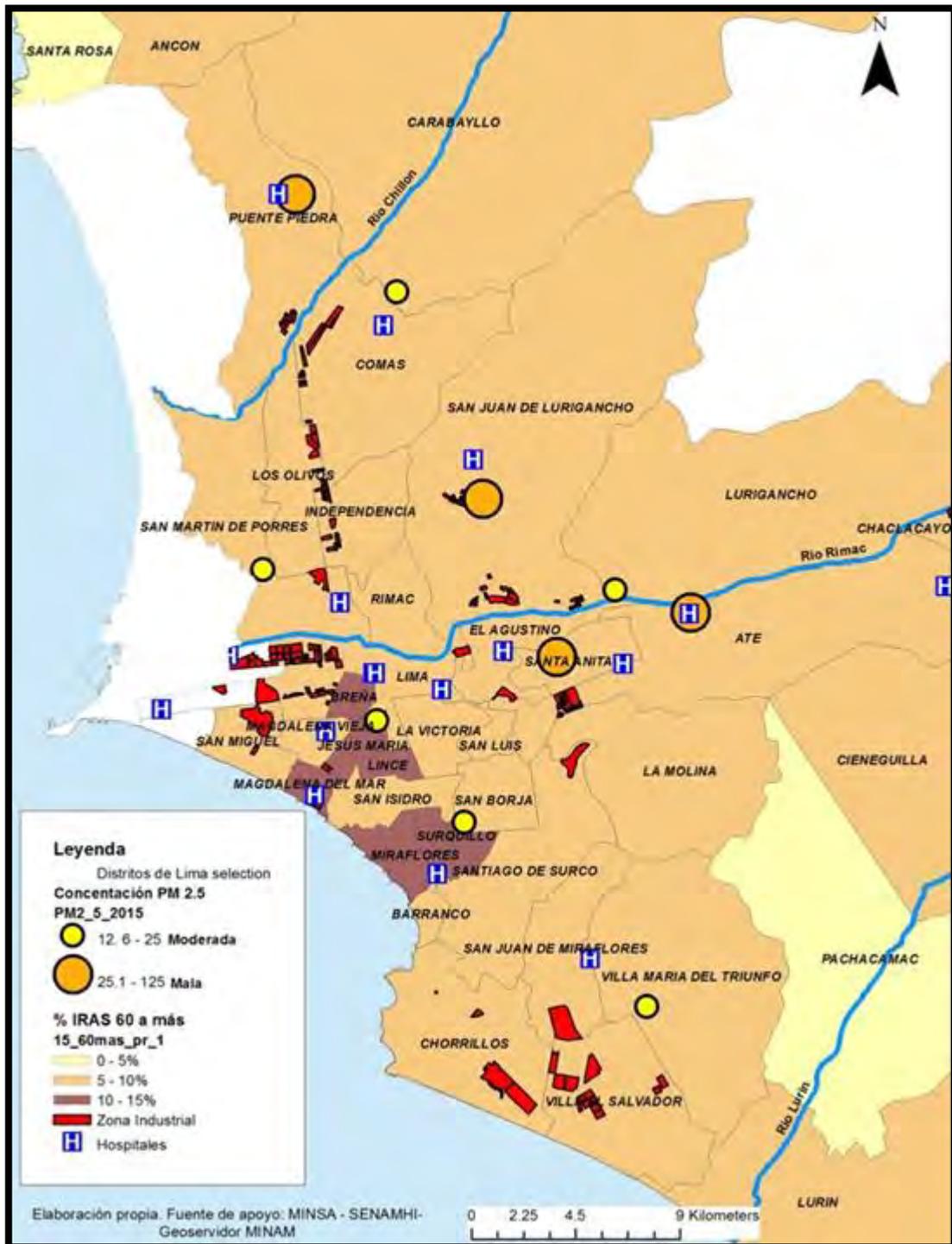
también se considera población en estado de vulnerabilidad; sin embargo, su asistencia a los centros médicos del MINSA por casos de IRAs no es significativo, en comparación con el primer grupo (0 a 11 años). Para terminar, se sugiere a las autoridades competentes en poner mayor preocupación en identificar cuáles son las causas o razones por las que existe un menor registro de este grupo etario.

Mapa 5.10: Porcentajes de IRAs de 60 años a más y niveles del PM 2.5 (año 2014)



Fuente: Base de datos proporcionado por el MINSA y el SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

Mapa 5.11: Porcentajes de IRAs de 60 años a más y niveles del PM 2.5 (año 2015)



Fuente: Base de datos proporcionado por el MINSA y el SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia.

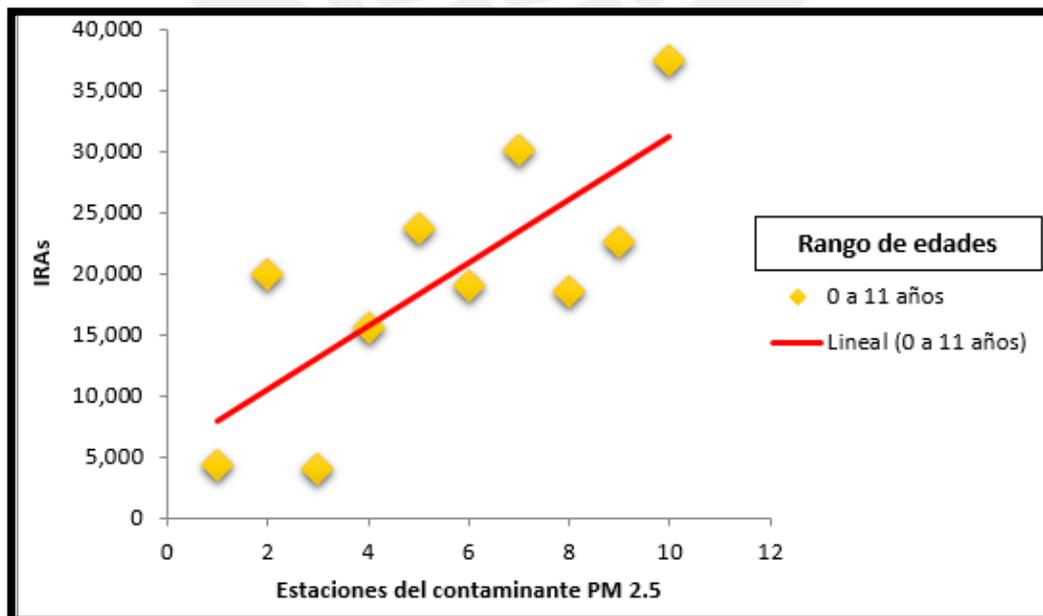
### 5.3. Relación entre la concentración del PM 2.5 y las IRAs

En este apartado se presenta el diagrama de dispersión, la recta de regresión y el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) entre las variables del PM 2.5 y los IRAs durante los años 2014 y 2015, para los tres grupos de edades: Niños: 0 a 11 años, Adulto: 30 a 59 años y Adulto mayor: 60 a más años de edad. Cabe señalar, que los distritos analizados corresponden a los que tienen estación de monitoreo de la calidad del aire del PM 2.5 en el área de estudio.

#### 5.3.1. Relación entre la concentración del PM 2.5 y las IRAs para el año 2014

En el Gráfico 5.11, la población analizada corresponde al primer grupo poblacional Niños: 0 a 11 años; en el diagrama de dispersión se observa una tendencia ascendente. Es decir, al aumentar la concentración del contaminante PM 2.5, aumentan los casos de IRAs. La recta de dispersión nos informa un valor promedio de los casos de IRAs respecto a un valor del PM 2.5. En este caso, la línea de regresión tiene una pendiente ascendente. En relación con el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), que es de 0.76 entre las variables PM 2.5 y las IRAs (Tabla 5.7), nos indica que hay una relación “significativa” en la incidencia de IRAs para este grupo de edad con respecto al PM 2.5

Gráfico 5.11: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.7: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años

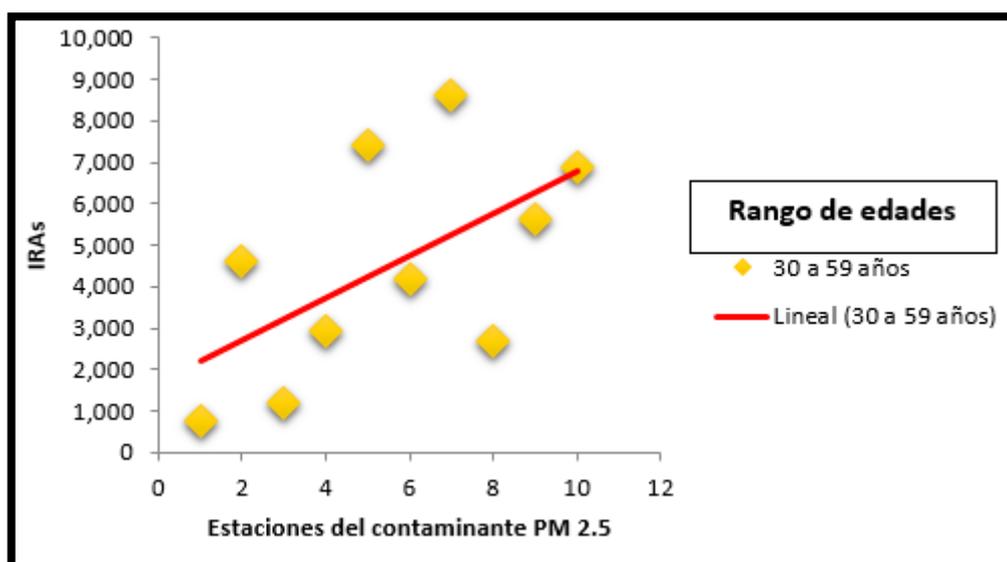
<b>ESTACIONES</b>	<b>PM 2.5 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>REPORTE DE IRAs</b>
Jesús María (CDM)	16.3	4 351
San Martín de Porres (SMP)	18.0	19 924
San Borja (SBJ)	18.1	4 104
Santa Anita (STA)	20.5	15 557
Villa María del Triunfo (VMT)	23.5	23 651
Carabayllo (CRB)	32.2	19 026
San Juan de Lurigancho (S JL)	34.6	30 105
Puente Piedra (PPD)	36.3	18 503
Lurigancho-Chosica (HCH)	40.2	22 560
Ate Vitarte (ATE)	44.3	37 440
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>195 221</b>

*Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia*

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0.76</b>
-----------------------------------	-------------

El Gráfico 5.12 corresponde al segundo grupo de la población analizada Adulto: 30 a 59 años. En el diagrama de dispersión hay una tendencia ascendente, ya que al aumentar la concentración del contaminante PM 2.5 aumentan también los casos de IRAs. La recta de dispersión tiene una pendiente ascendente. Se observa que los puntos se encuentran dispersos alrededor de la recta entre estas dos variables (PM 2.5 e IRAs) pero esta dispersión es mayor que en el caso anterior (Gráfico 5.11). El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) es de 0.56 (Tabla 5.8) y este valor nos informa que hay una relación “moderada” en la incidencia de los casos de IRAs para la población de 30 a 59 años de edad en relación al PM 2.5.

Gráfico 5.12: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.8: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años

ESTACIONES	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	REPORTE DE IRAs
Jesús María (CDM)	16.3	768
San Martín de Porres (SMP)	18.0	4 595
San Borja (SBJ)	18.1	1 177
Santa Anita (STA)	20.5	2 918
Villa María del Triunfo (VMT)	23.5	7 406
Carabayllo (CRB)	32.2	4184
San Juan de Lurigancho (S JL)	34.6	8 621
Puente Piedra (PPD)	36.3	2 706
Lurigancho-Chosica (HCH)	40.2	5 636
Ate Vitarte (ATE)	44.3	6 864
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>44 875</b>

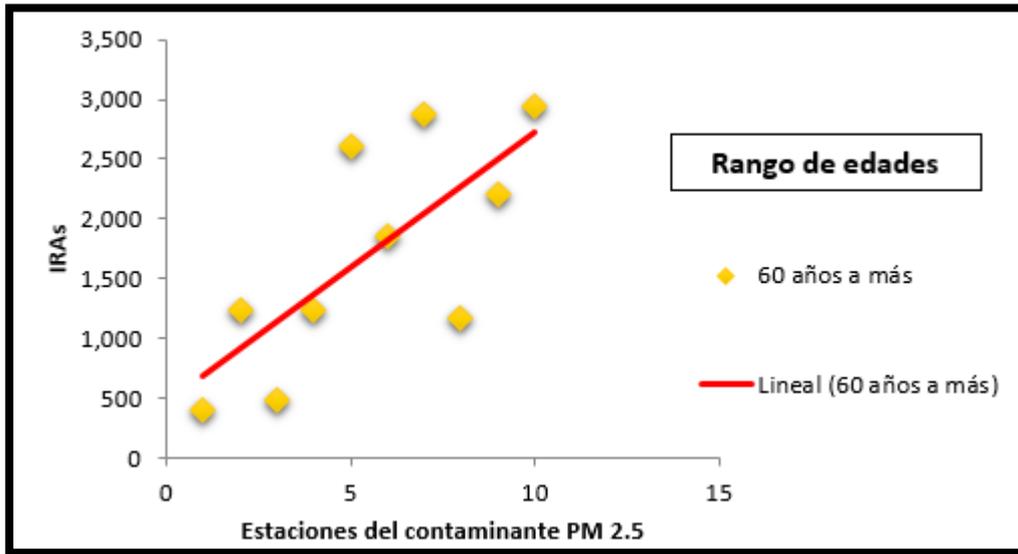
Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0.56</b>
-----------------------------------	-------------

En el Gráfico 5.13, la población analizada corresponde al tercer grupo poblacional analizada Adulto mayor: 60 a más años de edad. En relación al diagrama de dispersión, hay una tendencia ascendente debido que al aumentar la concentración del

contaminante PM 2.5 incrementa los casos de IRAs. La recta de dispersión tiene una pendiente ascendente y se visualiza que esta dispersión es menor que en el segundo caso (Gráfico 5.12) pero mayor que el primer caso (Gráfico 5.11). El coeficiente de correlación de Pearson (r) es de 0.70 (Tabla 5.9) y este valor nos indica que hay una relación “significativa” entre los casos de IRAs para este grupo de población y el PM 2.5

Gráfico 5.13: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.9: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más

ESTACIONES	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	REPORTE DE IRAs
Jesús María (CDM)	16.3	395
San Martín de Porres (SMP)	18.0	1 235
San Borja (SBJ)	18.1	492
Santa Anita (STA)	20.5	1 245
Villa María del Triunfo (VMT)	23.5	2 613
Carabayllo (CRB)	32.2	1 849
San Juan de Lurigancho (S JL)	34.6	2 879
Puente Piedra (PPD)	36.3	1 176
Lurigancho-Chosica (HCH)	40.2	2 201
Ate Vitarte (ATE)	44.3	2 940
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>17 025</b>

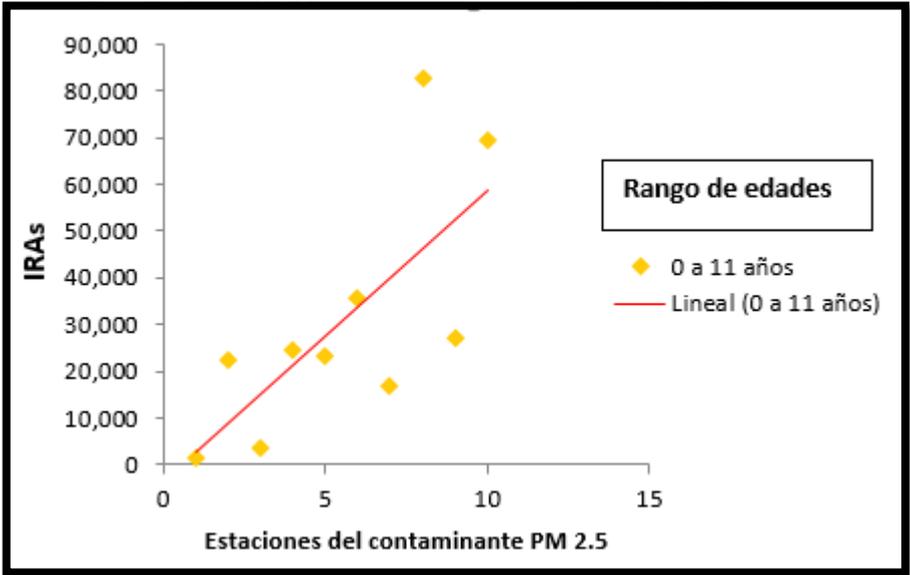
Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	0.70
----------------------------	------

**5.3.2 Relación entre la concentración del PM 2.5 y las IRAs para el año 2015**

El Gráfico 5.14 corresponde al primer grupo de edad para el año 2015, Niños: 0 a 11 años. En el diagrama de dispersión se visualiza una tendencia ascendente entre las variables del PM 2.5 y las IRAs, debido a que, al aumentar la concentración del contaminante PM 2.5, también aumentan los casos de IRAs. La recta de dispersión nos indica una pendiente ascendente. El coeficiente de correlación de Pearson (r) es de 0.72, ello quiere decir que existe una relación “significativa” en la incidencia de IRAs y el PM 2.5 (Tabla 5.10).

Gráfico 5.14: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.10: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 0 a 11 años

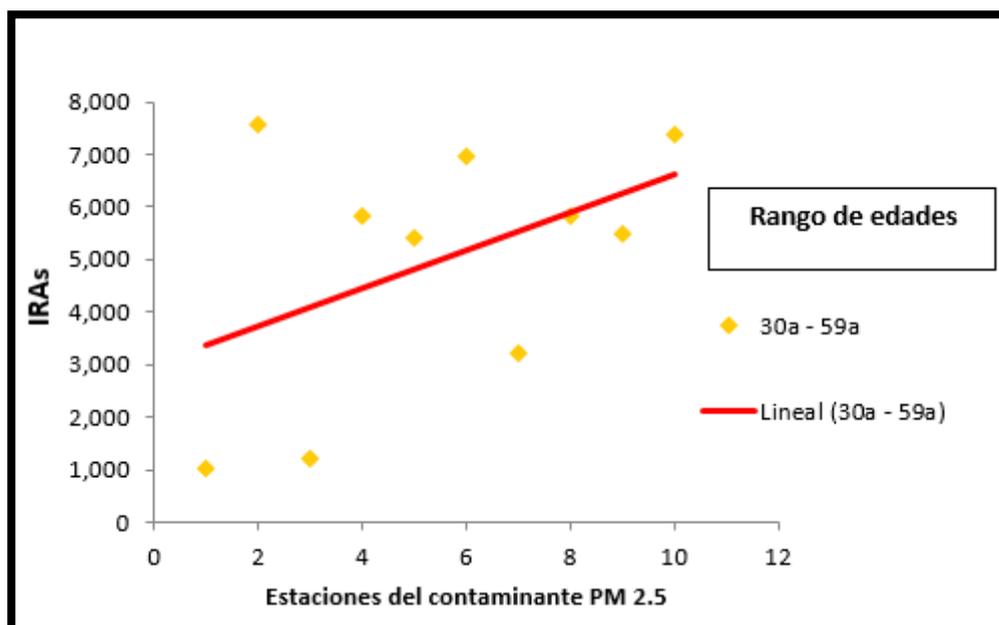
<b>ESTACIONES</b>	<b>PM 2.5 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>REPORTE DE IRAs</b>
Jesús María (CDM)	16.1	1 493
San Martín de Porres (SMP)	16.32	22 183
San Borja (SBJ)	17.1	3 737
Lurigancho-Chosica (HCH)	22.7	24 376
Carabayllo (CRB)	23.3	23 441
Villa María del Triunfo (VMT)	25.0	35 516
Santa Anita (STA)	26.3	17 012
San Juan de Lurigancho (S JL)	24.5	82 843
Puente Piedra (PPD)	29.5	27 293
Ate Vitarte (ATE)	35.1	69 285
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>307 179</b>

*Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia*

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0.72</b>
-----------------------------------	-------------

En el Gráfico 5.15, la población analizada corresponde al año 2015, Adultos: 30 a 59 años. El diagrama de dispersión presenta una tendencia ascendente y su dispersión es mayor que el primer caso (Gráfico 5.14). La recta de dispersión tiene una pendiente positiva, es decir, los casos de IRAs se incrementan al aumentar el PM 2.5. El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) es de 0.50 y señala que existe una relación “moderada” entre los casos de IRAs de esta población de estudio y el PM 2.5 (Tabla 5.11).

Gráfico 5.15: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.11: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 30 a 59 años

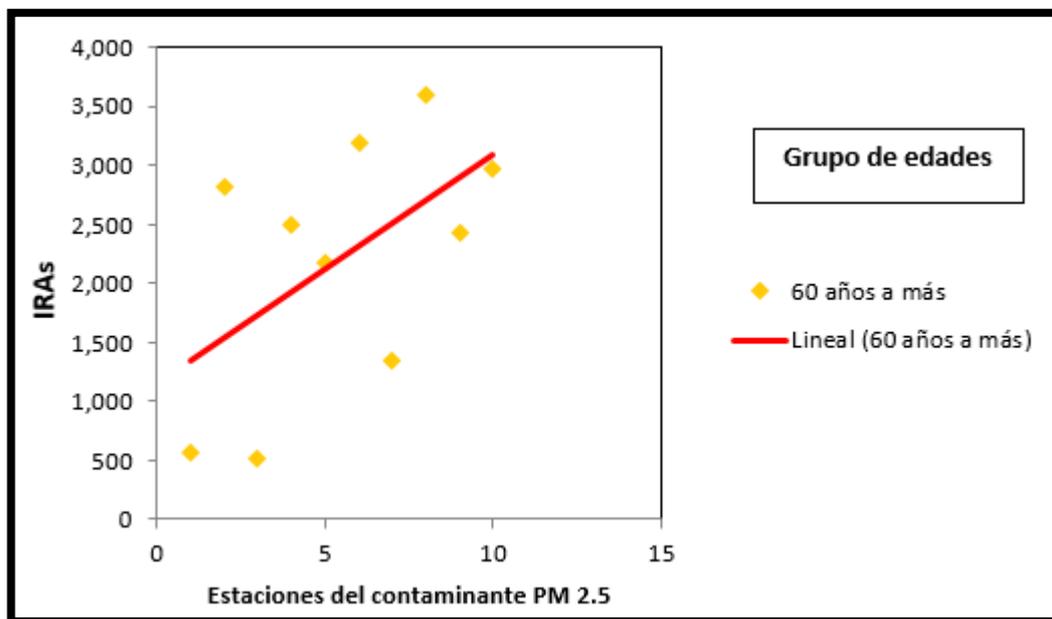
ESTACIONES	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	REPORTE DE IRAs
Jesús María (CDM)	16.1	1 008
San Martín de Porres (SMP)	16.32	7 561
San Borja (SBJ)	17.1	1 197
Lurigancho-Chosica (HCH)	22.7	5 834
Carabayllo (CRB)	23.3	5 400
Villa María del Triunfo (VMT)	25.0	6 967
Santa Anita (STA)	26.3	3 229
San Juan de Lurigancho (S JL)	24.5	5 834
Puente Piedra (PPD)	29.5	5 481
Ate Vitarte (ATE)	35.1	7 376
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>49 887</b>

Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0.50</b>
-----------------------------------	-------------

El Gráfico 5.16 corresponde al tercer grupo poblacional para el año 2015, Adulto mayor: 60 a más años de edad. El diagrama de dispersión es ascendente, su dispersión es menor que el segundo caso (Gráfico 5.15) pero mayor que el primer caso (Gráfico 5.14). La recta presenta una pendiente positiva; es decir, al incrementarse el PM 2.5, incrementan también los casos de IRAs. El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) es de 0.56 y nos indica una relación “moderada” entre las variables del PM 2.5 y las IRAs (Tabla 5.12).

Gráfico 5.16: Diagrama de dispersión y recta de regresión entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más



Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

Tabla 5.12: Correlación de Pearson entre el PM 2.5 e IRAs de 60 años a más

<b>ESTACIONES</b>	<b>PM 2.5 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>REPORTE DE IRAs</b>
Jesús María (CDM)	16.1	563
San Martín de Porres (SMP)	16.32	2 812
San Borja (SBJ)	17.1	522
Lurigancho-Chosica (HCH)	22.7	2 492
Carabayllo (CRB)	23.3	2 174
Villa María del Triunfo (VMT)	25.0	3 198
Santa Anita (STA)	26.3	1 352
San Juan de Lurigancho (S JL)	24.5	3 599
Puente Piedra (PPD)	29.5	2 435
Ate Vitarte (ATE)	35.1	2 973
<b>Total de casos de IRAs</b>		<b>22 120</b>

Fuente: Base de datos proporcionados por el MINSA y el SENAMHI  
Elaboración propia

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0.56</b>
-----------------------------------	-------------

#### 5.4. Análisis del método de interpolación (IDW) para el contaminante PM 2.5

En esta sección se mostrarán los resultados del análisis espacial del método de interpolación IDW aplicado en el área de estudio para los años 2014 y 2015. Por consiguiente, los resultados permitirán tener una predicción o estimación del valor muy cercano al real en un punto desconocido. Se han obtenido mapas de coropletas utilizando el programa de ArcGis 10.1 (ArcMap) en el que se representa la variable PM 2.5 tomando como unidad de medida el  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (INCA-SENAMHI) agrupada en siete intervalos. Sin embargo, se considera que las estaciones de monitoreo automático de la calidad del aire del contaminante PM 2.5 para la ciudad de Lima son muy escasas e, inclusive entre las que existen no hay una distribución homogénea.

De acuerdo al Índice de la Calidad del Aire (INCA) del SENAMHI, las áreas de color verde comprenden un intervalo de concentración de 0-12.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Esto significa que la calidad del aire es “Buena”. En segundo lugar, las áreas de color amarillo están comprendidas entre 12.6-25 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e indican calidad del aire “Moderada”. Luego, las áreas de color anaranjado están comprendidas entre 25.1-125 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e indican que la

calidad del aire es “Mala”. Por último, las áreas de color rojo son para los valores mayores a 125 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) indican que la calidad del aire se encuentra en “Umbral de cuidado” (Sánchez & Ordóñez, 2016, pág. 12); es decir, implican un estado de alerta por parte de las autoridades competentes.

En el Mapa 5.12, para el año 2014, se identificaron áreas de color verde que se encuentran en condición “Buena” por el contaminante PM 2.5, ubicados en las zonas de Lima Norte, Lima Centro, Lima Este, y Lima Sur; las cuales se localizan en los siguientes distritos: Los Olivos (90% del área total del distrito), San Martín de Porres, Independencia (60% del área total del distrito), Rímac, Breña, La Victoria, Cercado de Lima, Lince, Pueblo Libre, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, Surquillo, Miraflores, Santiago de Surco, Barranco, San Luis, El Agustino (35% del área total del distrito), Santa Anita (70% del área total del distrito), Ate Vitarte (15% del área total del distrito), San Juan de Miraflores, Chorrillos y Villa María del Triunfo.

Conforme nos desplazamos entre las áreas de Norte a Sur, el nivel del contaminante PM 2.5 incrementa a condición “Moderada” (color amarillo). En esta situación se identifican las zonas de Lima Norte y Lima Este, entre los distritos de Puente Piedra y Carabayllo (zona Sur de los respectivos distritos), casi en la totalidad del distrito de Comas y otro sector en la zona oriente del distrito de Independencia (40% del área total del distrito). Hacia la zona de Lima Este se encuentran los distritos de San Juan de Lurigancho (75% aproximadamente del área total del distrito) y, en otro sector, se encuentra “Moderado” en la zona oriente en mínimas áreas en torno a los distritos de El Agustino, Ate Vitarte y Santa Anita y zona centro oriental del distrito de La Molina (35% del área total del distrito). Cabe señalar que los distritos de Comas, Independencia, El Agustino y La Molina no tienen estación meteorológica de la calidad del aire por el contaminante PM 2.5, pero mediante el método del IDW se pueden identificar a estos distritos en condición “Moderada”.

Finalmente, las áreas con un mayor nivel del contaminante PM 2.5, en condición “Mala”, en las zonas de Lima Este es de aproximadamente el 25% entre los distritos de Juan de Lurigancho y Lurigancho-Chosica y de 5% al 10% entre los distritos de Santa Anita, Ate Vitarte, El Agustino y La Molina; al igual que el caso anterior, en estos dos últimos

distritos, mediante el método IDW, se puede visualizar en mínimas áreas la condición “Mala”.

Por último, existen áreas que se encuentran en condición “Umbral de cuidado” en las zonas de Lima Este que comprenden los distritos de Lurigancho-Chosica y Ate Vitarte.

Asimismo, se puede generar data para los distritos que no tienen estación de monitoreo de la calidad del aire por el contaminante PM 2.5, identificando a los siguientes distritos: El Agustino y La Molina, en condición “Moderada”. Y, se identificó de qué manera este contaminante incrementa a condición “Mala”. También se observa a los distritos de Comas e Independencia en condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5.

En el Mapa 5.13 para el año 2015, las áreas que se encuentran de color verde, se identifican en condición “Buena” por el contaminante PM 2.5, y se localizan en las zonas de Lima Norte, Lima Centro, Lima Este, y Lima Sur, entre los distritos de Comas y Carabaylo de forma de área circular, luego se atraviesa los distritos de Los Olivos, Independencia (85% del área total del distrito), San Martín de Porres, Rímac, Cercado de Lima, Breña, La Victoria, San Miguel, Pueblo Libre, Magdalena del Mar, Lince, San Isidro, San Borja, Surquillo, Miraflores, Santiago de Surco, Barranco, El Agustino (20% del área total del distrito) y San Luis, además de una pequeña área circular entre los distritos San Juan de Lurigancho y Lurigancho-Chosica, Chorrillos, San Juan de Miraflores (90% del área total del distrito) y un sector de la zona occidente del distrito de Villa María del Triunfo.

Por otro lado, las áreas que se encuentran en condición “Moderada” (color amarillo) están localizadas en las zonas de Lima Norte, Lima Este y Lima Sur, entre los distritos de Puente Piedra, Carabaylo, Comas (70% del área total del distrito) e Independencia (15% del área total del distrito) ubicados en Lima Norte. Por la zona de Lima Este, el contaminante incrementa en los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, El Agustino (80% del área total del distrito), Santa Anita, Ate Vitarte y La Molina (70% del área total del distrito). En la zona de Lima Sur se visualizan a los distritos de San Juan de Miraflores (10% del área total del distrito) y Villa María del Triunfo (40% del área total del distrito). Es preciso indicar que, en este caso, los distritos de Comas, Independencia, El Agustino, La Molina y San Juan de Miraflores no tienen estación

meteorológica de la calidad del aire por el contaminante PM 2.5, pero mediante el método del IDW se pudo identificar que estos distritos se encontraban en condición “Moderada”.

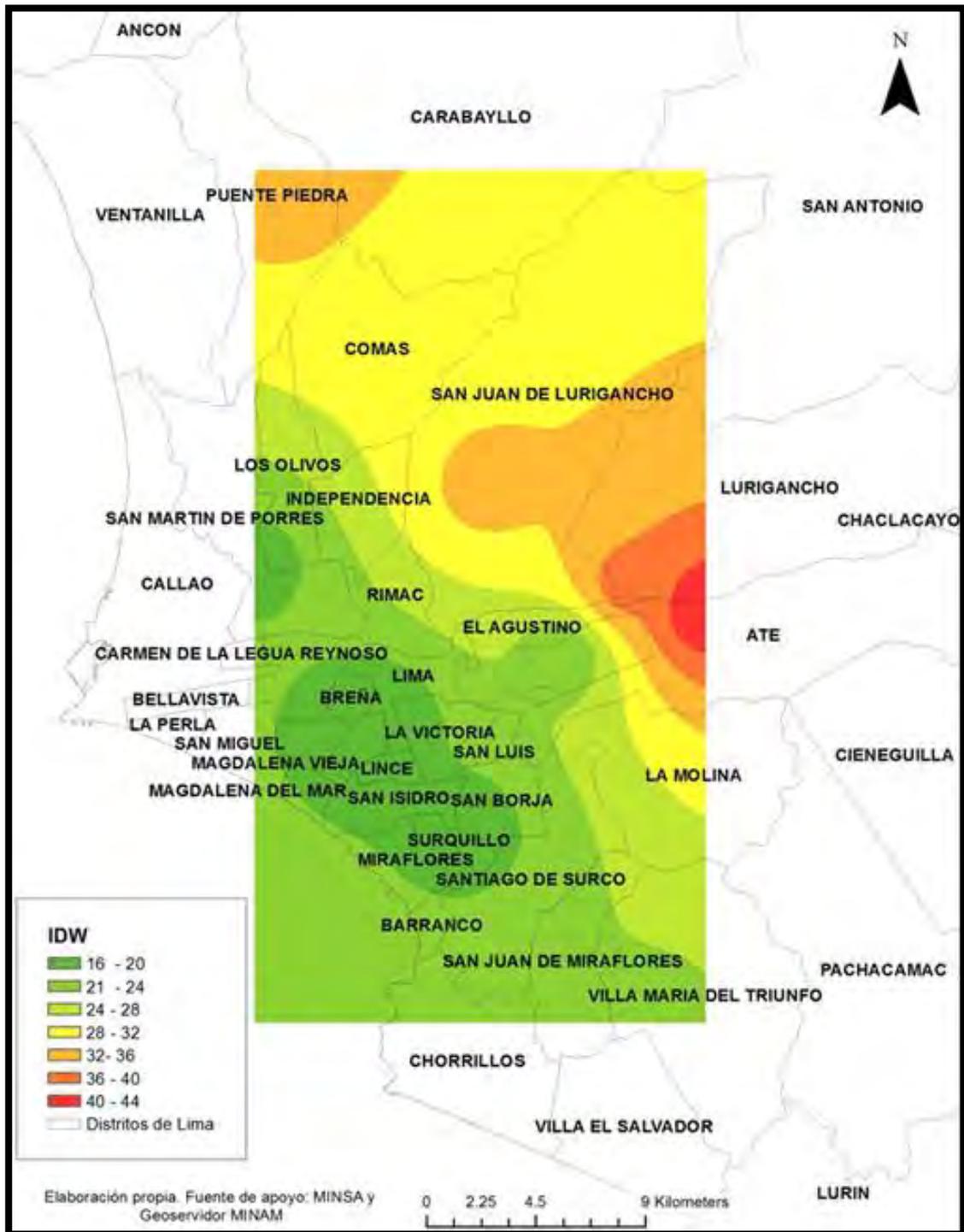
Las áreas que se identifican en condición “Mala” (tono naranja) se visualizan entre las zonas de Lima Norte y Lima Este, entre los distritos de Puente Piedra y mínima área en el distrito de Carabaylo, una pequeña área circular en el distrito de San Juan de Lurigancho, y en mínimas áreas entre los distritos de Lurigancho-Chosica, Ate Vitarte, Santa Anita, y La Molina (5% del área total de cada distrito) en Lima Este. En este caso, en el distrito de La Molina, a través del método IDW, se pudo identificar en mínima proporción del área total que se encontraba en condición “Mala”.

Para finalizar, las áreas que se encuentran entre los tonos de colores anaranjados-rojizos se identifican en condición “Umbral de Cuidado” y en este caso se pudo observar que el contaminante PM 2.5 se desplaza entre las zonas de Lima Este, entre los distritos de Lurigancho-Chosica y Ate Vitarte.

Además, se generó data mediante el método de interpolación IDW en el distrito de La Molina en condición “Moderada” y “Mala”, y también en los distritos de Comas, Independencia, El Agustino y San Juan de Miraflores en condición “Moderada” por el contaminante PM 2.5.

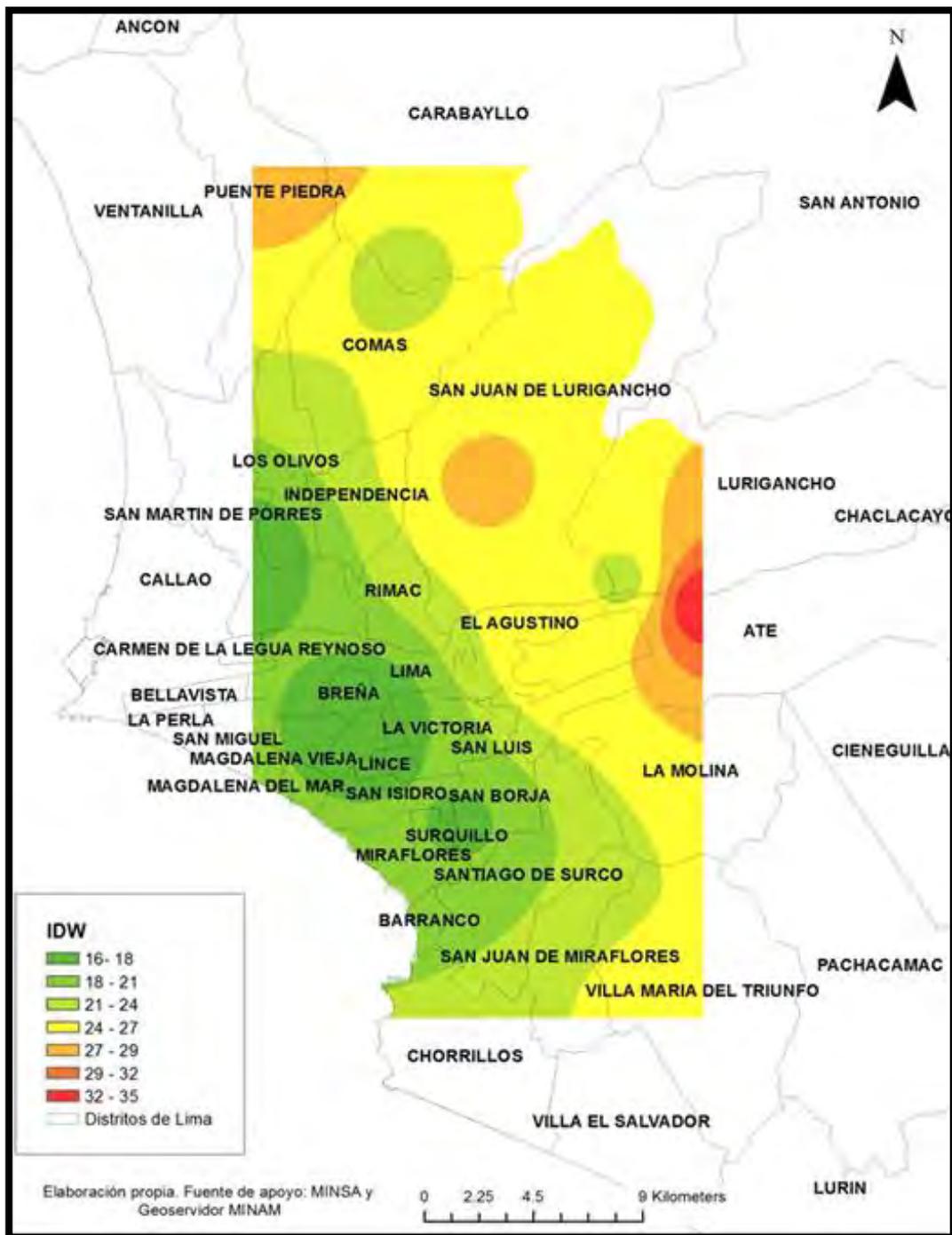
Comparando los mapas 5.12 y 5.13 para los años 2014 y 2015, los distritos que se repiten en condición “Moderada”, “Mala” y “Umbral del Cuidado” mediante el método de interpolación IDW son Puente Piedra, Carabaylo, Comas e Independencia ubicados en Lima Norte; San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, El Agustino, Santa Anita, Ate Vitarte y La Molina localizados en Lima Este.

Mapa 5.12: Método de interpolación IDW, distribución espacial del PM 2.5 (año 2014)



Fuente: Base de datos proporcionado por el MINSA y SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

Mapa 5.13: Método de interpolación IDW, distribución espacial del PM 2.5 (año 2015)



Fuente: Base de datos proporcionado por el MINSA y SENAMHI, Geoservidor MINAM  
Elaboración propia

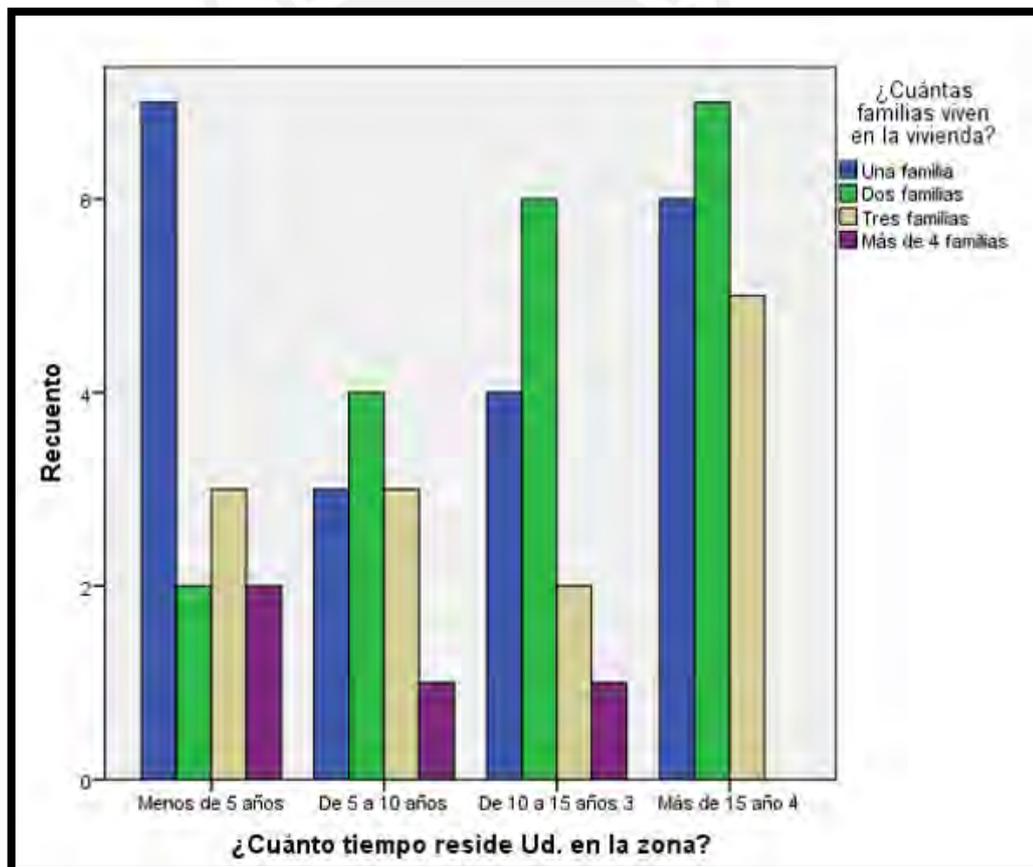
## 5.5. Resultado de la encuesta

El objetivo principal de la encuesta aplicada en el área de estudio es realizar un análisis exhaustivo de la percepción y concepción de la población, con relación a la contaminación del medio ambiente producto de la actividad industrial y cómo ello

afecta a la salud. Por otro lado, es preciso mencionar que la muestra de personas encuestadas fue un grupo de 56 personas, las cuales habitan el área circundante a una determinada zona industrial del distrito de Independencia. A continuación, se presentan los resultados de la encuesta mediante los siguientes gráficos:

En el Gráfico 5.17, se evidencia que las familias asentadas en los últimos 5 años predominan la composición de una sola familia por vivienda, a diferencia de las familias con mayor antigüedad de esta zona (10 años a más); la composición familiar es variada, predominando las familias más antiguas y la conformación de tres familias por vivienda, creando un ambiente hacinado.

Gráfico 5.17: ¿Cuánto tiempo reside Ud. en la zona? y ¿Cuántas familias viven en la vivienda?

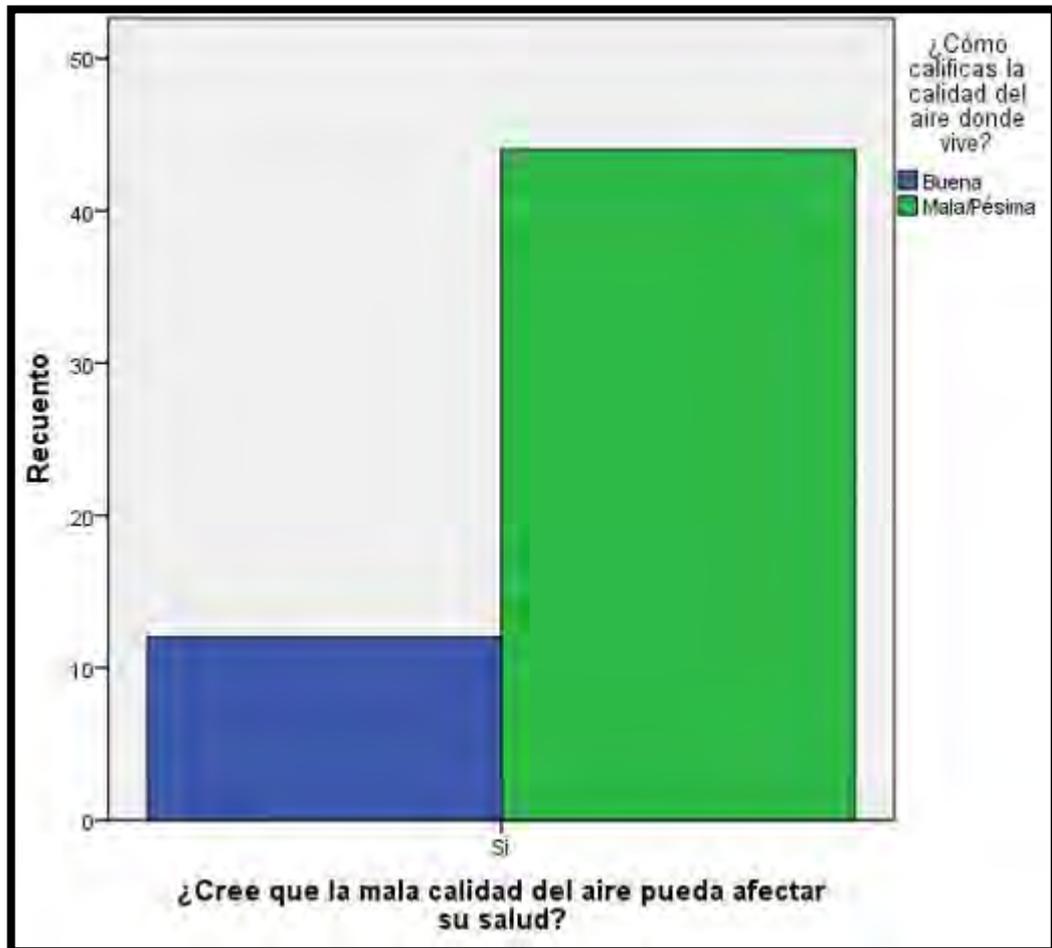


Elaboración propia

En el Gráfico 5.18 se puede observar que 44 encuestados opinan y/o perciben que la calidad del aire está en “mala o pésima condición” y, por ende, afecta a su salud. Sin

embargo, 12 encuestados tienen la percepción que la calidad del aire en la zona donde residen es “buena”.

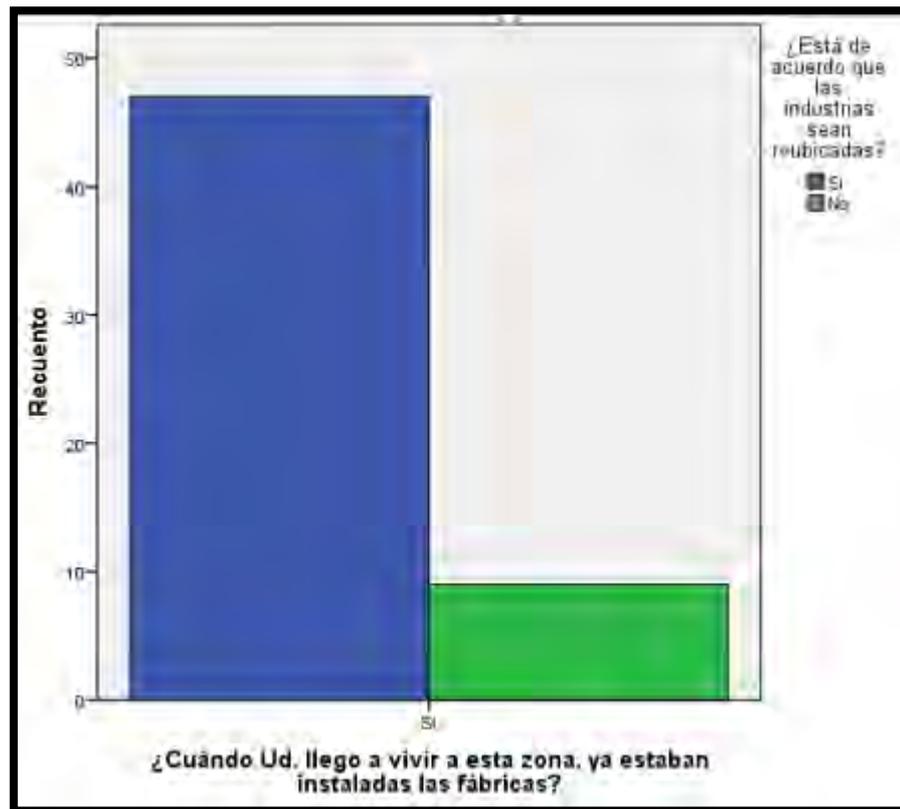
Gráfico 5.18: ¿Cómo calificas la calidad del aire donde vive? y ¿Cree que la mala calidad del aire pueda afectar su salud?



Elaboración propia

Según el Gráfico 5.19, de la muestra total de la población de 56 encuestados, la totalidad manifiesta que las industrias ya estaban instaladas cuando ellos han llegado a vivir en el distrito de Independencia. Por otra parte, 48 encuestados opinan que las industrias deberían ser reubicadas ya que sus procesos productivos contaminan el medio ambiente. Sin embargo, 8 personas encuestadas no están de acuerdo que sean reubicadas dichas “fábricas” ya que mencionan que es una fuente de trabajo cercano a su residencia y también se benefician en el ahorro en costo de transporte y tiempo.

Gráfico 5.19: ¿Cuándo Ud. llegó a vivir a esta zona, estaban instaladas las fábricas? y ¿Está de acuerdo que las industrias sean reubicadas?

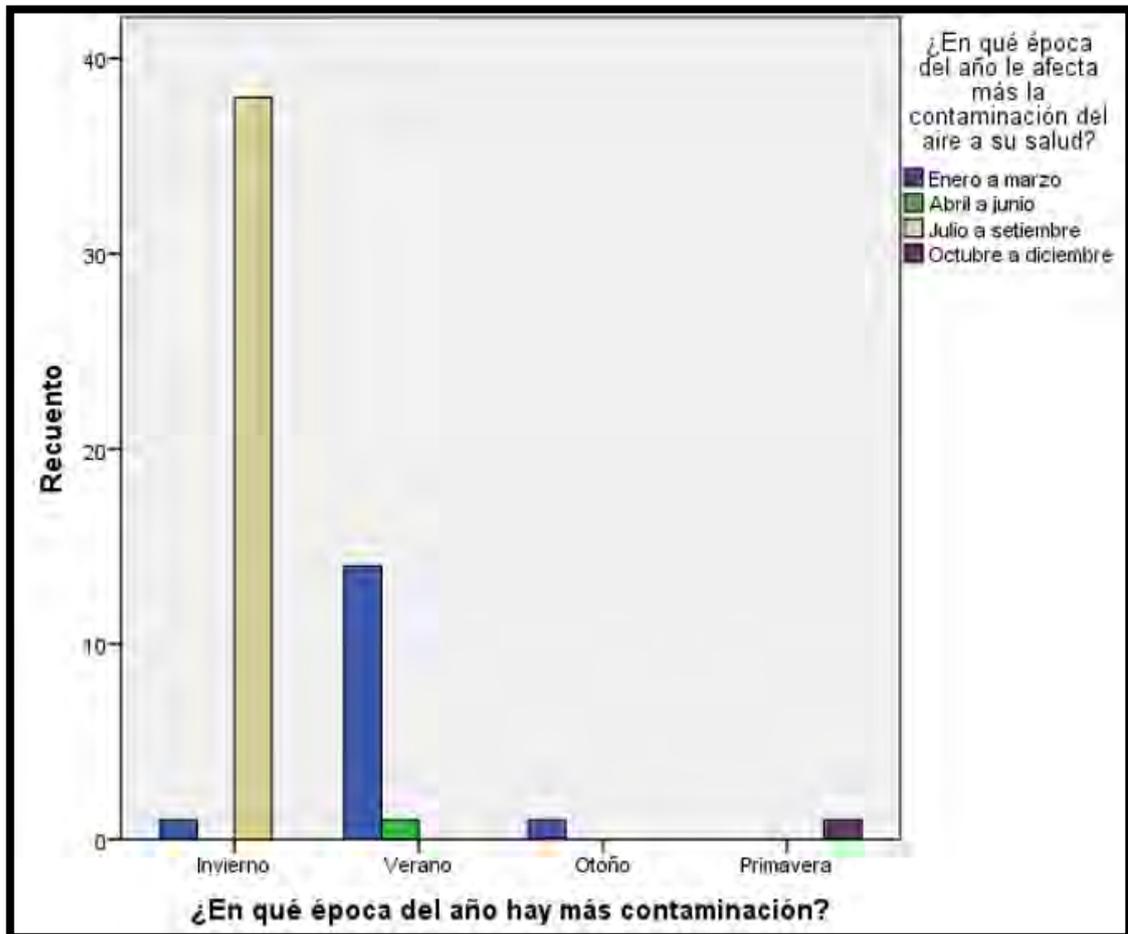


Elaboración propia

El Gráfico 5.20, respecto a la pregunta ¿En qué época del año hay más contaminación y en qué época del año afecta más la contaminación del aire a su salud? se explica lo siguiente: En primer lugar, 38 personas manifiestan que durante los meses de julio a setiembre se incrementa la contaminación ya que factores climáticos condicionan el incremento de partículas contaminantes tales como PM 2.5, de tal manera que ello afecta más a su salud. Además, este resultado de percepción se corrobora con la incidencia de enfermedad de IRAs que la población manifiesta padecer durante la estación de invierno. En segundo lugar, 16 personas encuestadas señalan que la contaminación incrementa durante los meses de enero a marzo, de tal manera que durante estos meses perciben que la contaminación afecta más a su salud. En tercer lugar, una persona encuestada manifiesta que la contaminación del aire se incrementa en los meses de abril a junio y perciben que durante este periodo de tiempo la contaminación del medio ambiente afecta a su salud. Por último, una persona señala que el incremento de la contaminación se desarrolla en los meses de octubre a

diciembre afectando su salud. Para terminar, 39 personas manifiestan que en la estación de invierno existe más contaminación ambiental.

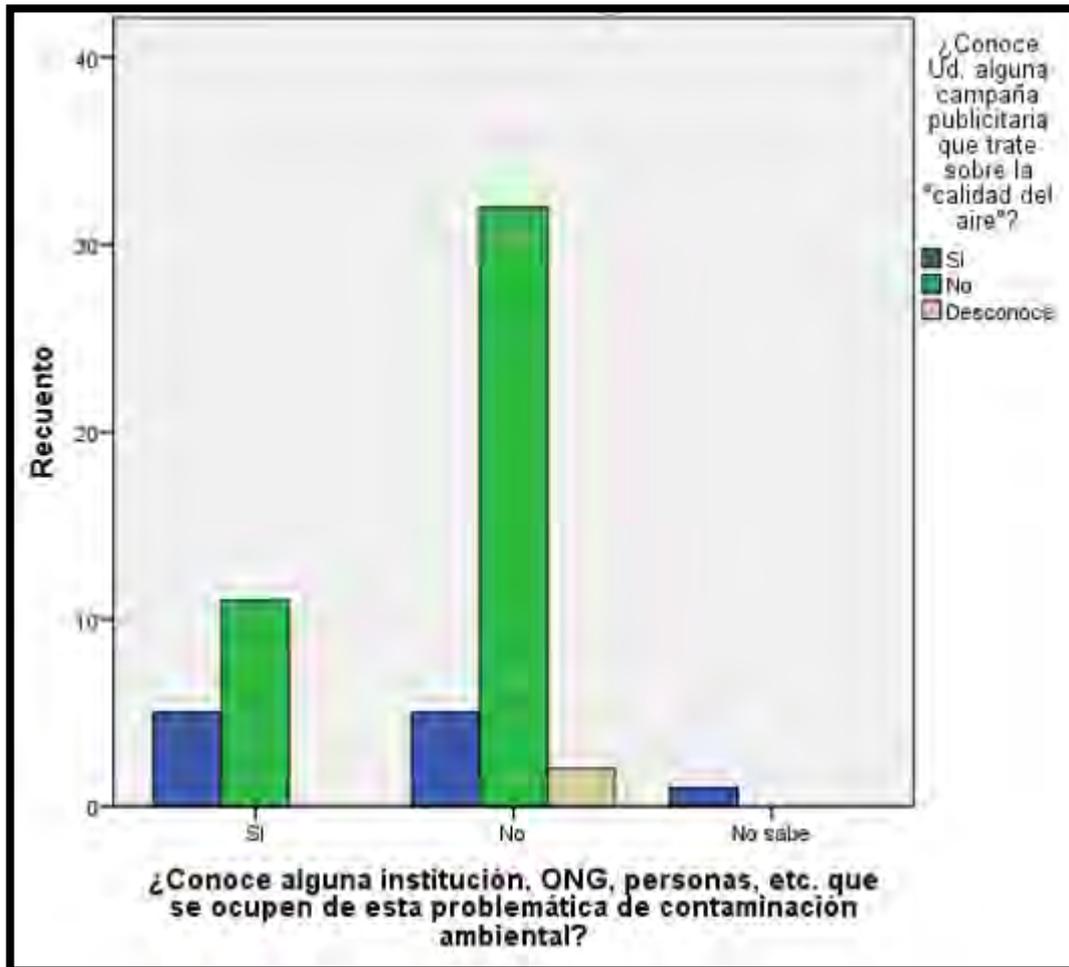
Gráfico 5.20: ¿En qué época del año hay más contaminación? y ¿En qué época del año le afecta más la contaminación del aire a su salud?



Elaboración propia

En el Gráfico 5.21, del total de los encuestados, 43 de ellos manifiestan que no tienen conocimiento de campañas publicitarias; pero, 11 encuestados sí tienen conocimiento y dos desconocen del tema. Respecto a si conocen instituciones, ONG, y/o personas que se ocupen de la problemática de la contaminación ambiental, 39 manifiestan que no conocen, 16 encuestados sí conocen y un encuestado no sabe.

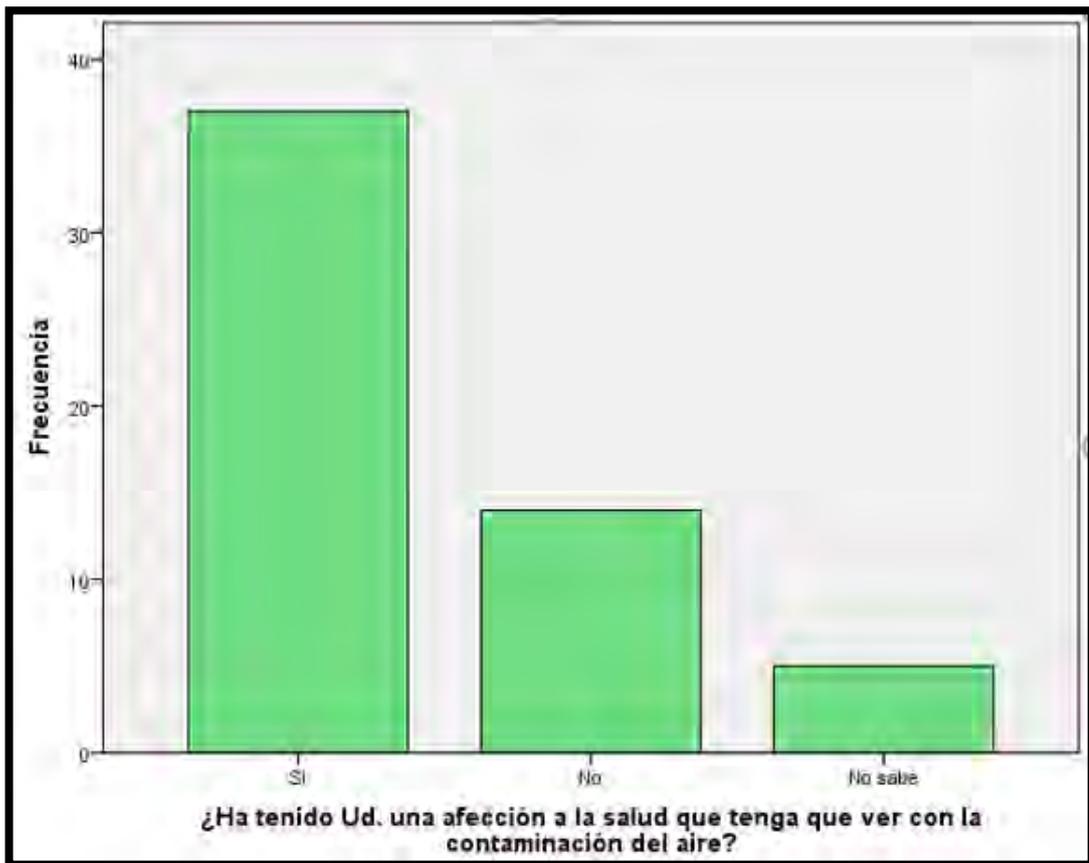
Gráfico 5.21: ¿Conoce alguna institución, ONG, personas, etc. que se ocupen de esta problemática de contaminación ambiental? y ¿Conoce Ud. alguna campaña publicitaria que trate sobre la “calidad del aire”?



Elaboración propia

Respecto al Gráfico 5.22, podemos visualizar que 38 encuestados perciben que han tenido una afección a su salud debido a la contaminación del aire, específicamente producto de la actividad industrial, ya que ellos residen cerca de las fábricas y, por ende, la emanación de dichos contaminantes es más directa, perjudicando de tal manera su salud. Por otro lado, 14 de las personas encuestadas manifiestan que no han tenido ningún tipo de afección a su salud que tenga que ver con la contaminación del aire producto de dicha actividad. Además, 4 personas encuestadas no saben ni opinan del tema.

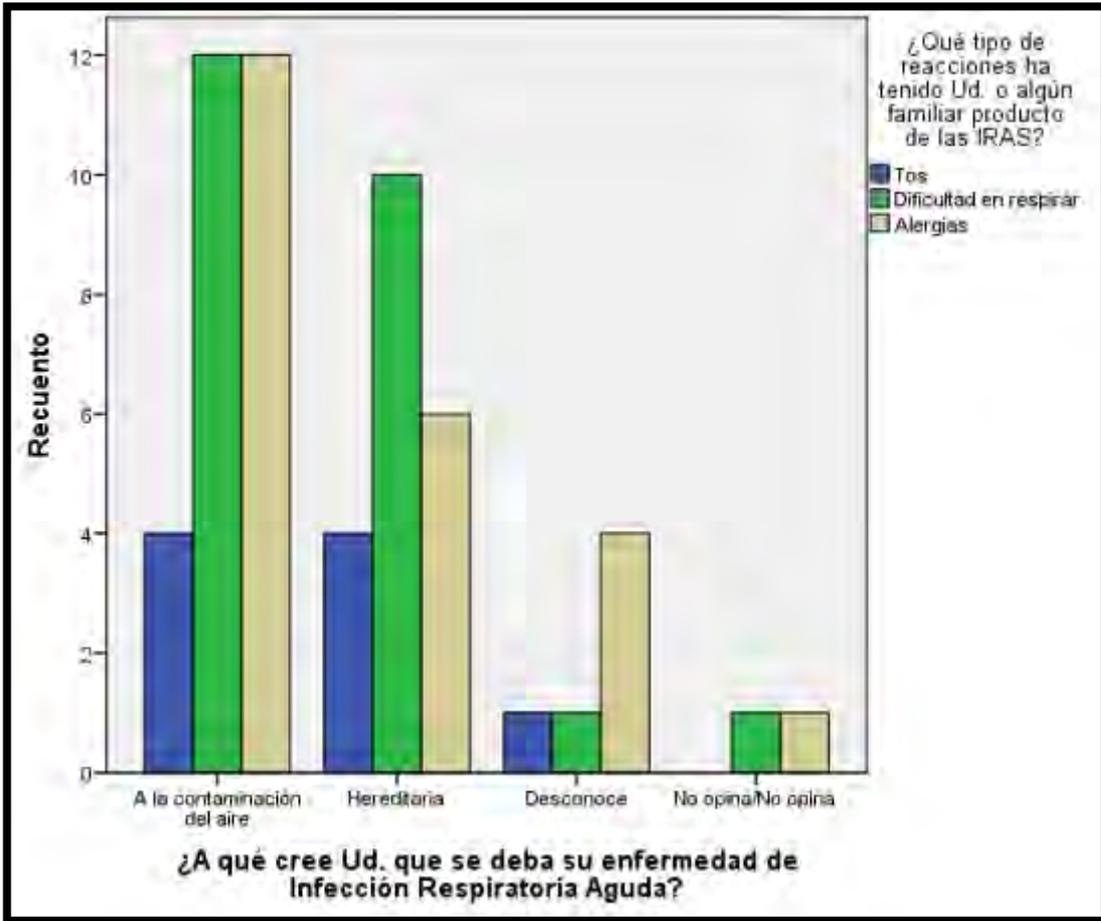
Gráfico 5.22: ¿Ha tenido Ud. una afección a la salud que tenga que ver con la contaminación del aire?



*Elaboración propia*

En el Gráfico 5.23, referente a la pregunta, 28 personas encuestadas culpan a la contaminación del aire producto de la actividad industrial de haberles provocado algún tipo de reacciones de IRAs. Entre estas, la dificultad para respirar y las alergias que son las más predominantes, y, en menor cantidad, la tos. Asimismo, 20 encuestados consideran que dicha enfermedad se ha generado por motivos hereditarios; 6 encuestados manifiestan desconocen cuáles son las causas de enfermedades relacionados a las IRAs; por último, 2 encuestados no opinan al respecto.

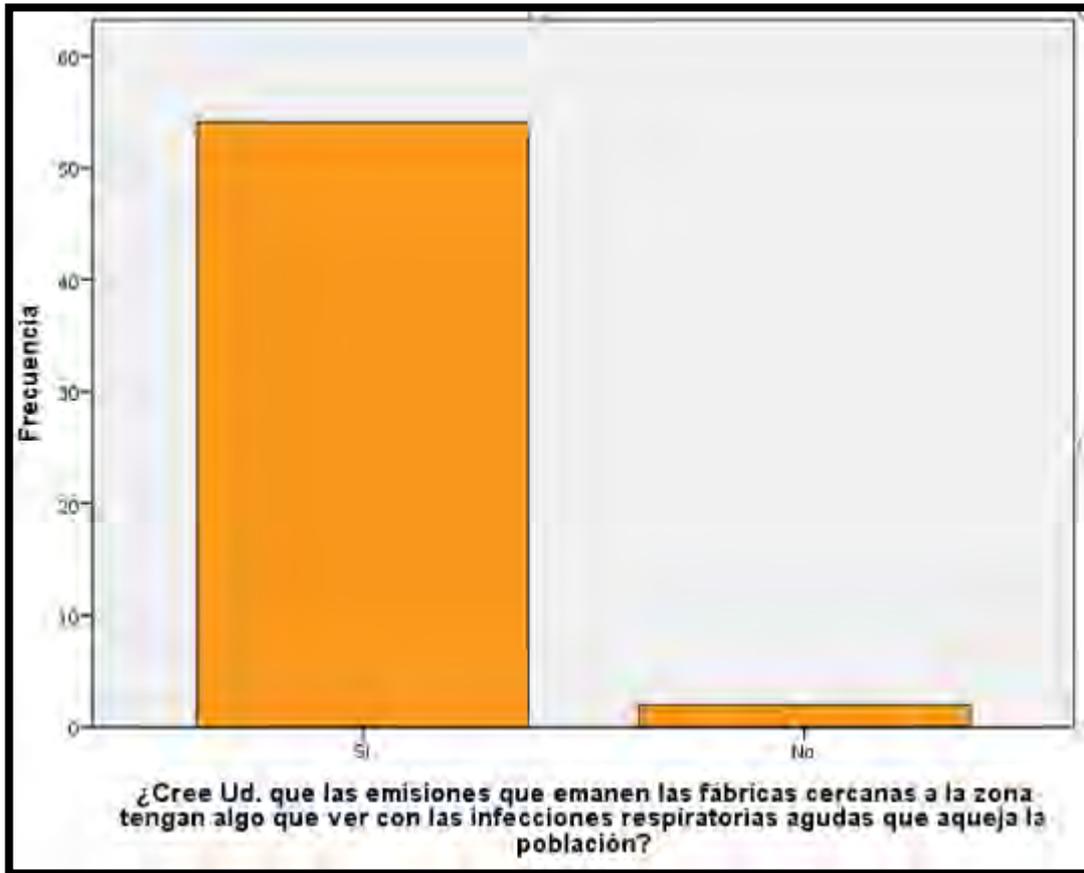
Gráfico 5.23: ¿A qué cree Ud. que se deba a su enfermedad de Infección Respiratoria Aguda? y ¿Qué tipo de reacciones ha tenido Ud. o algún miembro de su familia producto de las IRAs?



Elaboración propia

En el Gráfico 5.24, respecto a la pregunta, 54 encuestados perciben que las emisiones de las actividades industriales están relacionadas como causales de las IRAs que aquejan a la población de este distrito. Sin embargo, 2 personas encuestadas señalan que las IRAs no tienen ninguna relación con las emisiones que emiten las fábricas.

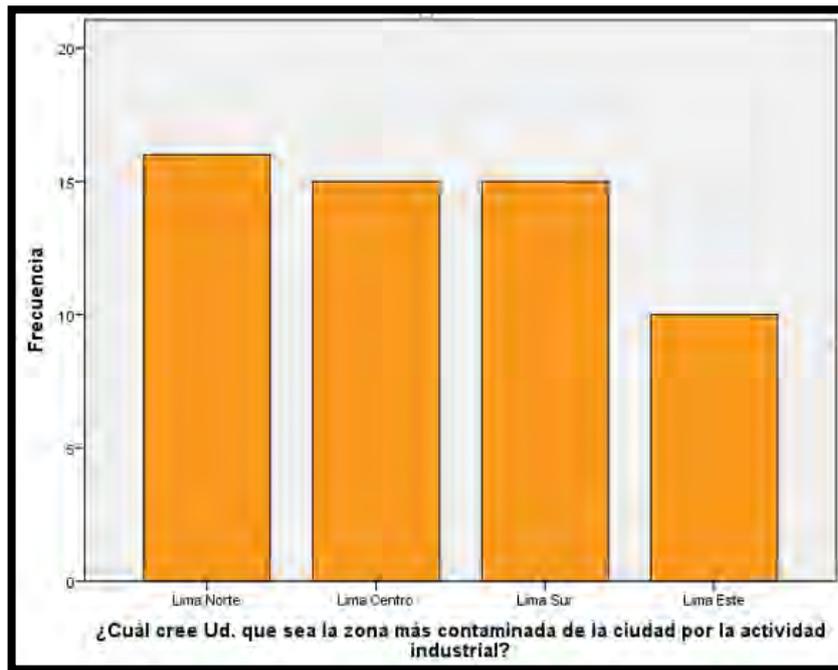
Gráfico 5.24: ¿Cree Ud. que las emisiones que emiten las fábricas cercanas a la zona tengan algo que ver con las infecciones respiratorias agudas que aqueja la población?



*Elaboración propia*

En el Gráfico 5.25 se señala que 16 encuestados opinan que el área más contaminada es Lima Norte; 15 encuestados indican que es Lima Centro; otro grupo de 15 personas señalan que es Lima Sur; y, por último, 10 encuestados mencionan a Lima Este. En general, 56 personas de la población encuestada consideran que, en toda la ciudad de Lima, la calidad del aire se encuentra en diferentes grados de contaminación.

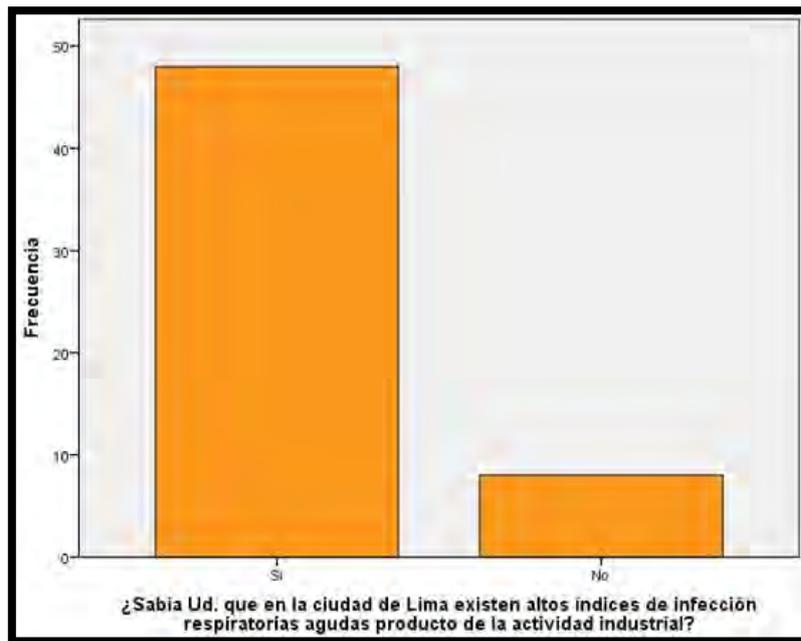
Gráfico 5.25: ¿Cuál es la zona más contaminada de la ciudad por la actividad industrial?



*Elaboración propia*

En el Gráfico 5.26, con relación a la pregunta sobre la zona de Lima en la que hay más altos índices de IRAs producto de la actividad industrial, 48 personas encuestadas manifiestan que sí tienen conocimiento de los altos índices de IRAs que existen en la ciudad de Lima y perciben que parte de la responsabilidad es producto de la actividad industrial. Aun así, 8 encuestados niegan la relación de IRAs con la actividad industrial.

Gráfico 5.26: ¿En la ciudad de Lima existen altos índices de IRAs producto de la actividad industrial?



*Elaboración propia*



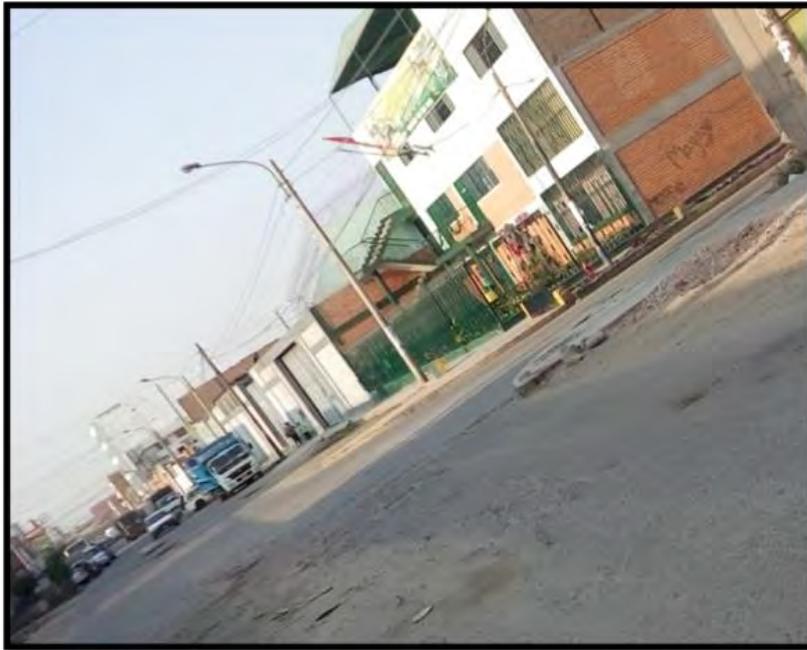
## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Según lo hallado en la presente investigación, se encontró que una de las causas de la contaminación atmosférica es la actividad industrial en la ciudad de Lima, ya que muchas de estas zonas industriales se localizan en áreas urbanas de gran concentración poblacional ubicadas en las zonas o conos de Lima Norte, Lima Centro, Lima Sur, y Lima Este. Estos procesos productivos emiten altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera afectando a la salud de la población y, por ende, su calidad de vida. Asimismo, como afirman Bustíos, Martina, & Arroyo (2013, pág. 4) quienes señalan que existen casos concretos en que la contaminación de la atmósfera es producto de la actividad industrial, ya que los sectores productivos afectan la calidad del aire debido a la quema de combustibles fósiles (diesel y petróleo residual).

También, Cederstav & Barandiarán (2002, págs. 93-94) comprobaron que existe una relación entre las altas concentraciones de los contaminantes atmosféricos y sus consecuencias en la salud de la población de La Oroya. Los autores manifiestan que la zona urbana es la más afectada porque presenta niveles altos de contaminación del aire debido al material particulado y el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) que son emitidos en grandes cantidades.

Por lo tanto, se reconoce como afirmativa la hipótesis de investigación que indica que la actual ubicación de las industrias en la ciudad de Lima y las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que estas producen (en particular por el contaminante PM 2.5) generan un impacto negativo en la salud de su población.

Fotografía 6.4: Zona industrial del distrito de Independencia



*Fuente: Fotografía propia*

Fotografía 6.5: Zona industrial del distrito de Independencia



*Fuente: Fotografía propia*

Con relación a los resultados del primer objetivo específico: Conocer los principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial y las consecuencias que el patrón espacial ha ocasionado en la salud de la población del área de estudio, se pudo hallar que estos factores son económicos, sociales y políticos. Según las diferentes teorías de localización industrial, la cercanía a centros urbanos de consumo, el bajo costo de transporte y la disponibilidad de mano de obra calificada,

contribuyen a la instalación de las industrias. Esto quiere decir que las industrias, al instalarse en centros urbanos, estarán cerca a los consumidores y proveedores y, por supuesto, a un mayor mercado.

Estos resultados son corroborados por Córdova (2002, págs. 186-199) quien considera que la ubicación de las industrias está relacionada a la oferta y demanda bajo el principal propósito de obtener el mayor provecho posible. Para ello, se toman en cuenta diversos factores como, por ejemplo, mayor mercado, recursos naturales, infraestructura urbana, transporte y mano de obra e, inclusive, factores sociales, tales como las migraciones internas, tanto de la costa, como de las zonas andinas. En algunos casos estas migraciones se debieron a que la ciudad de Lima ofrecía mejores condiciones laborales y salariales; en otros, se debió a la pobreza y explotación de los terratenientes a la población andina; como se debieron también a la violencia que caracterizó al Conflicto Armado Interno que se produjo en la década de los 80, el cual desplazó a más de medio millón de personas de la población andina a la ciudad de Lima.

De estas maneras, se cubrió en gran parte la escasez de mano de obra al integrarse al sector industrial. Todos estos factores han contribuido a la localización e incremento de la actividad industrial en el área de estudio. En este hallazgo coincide con Calderón (2016, págs. 110-152) quién afirma que cuanto mayor es el sector industrial, la población y las redes de comunicación, estas influyen en el incremento de la productividad y, por lo tanto, en el crecimiento económico.

Las consecuencias que el patrón espacial de las industrias ha ocasionado en la salud de la población del área de estudio son negativas; ya que sus procesos productivos emiten grandes concentraciones por el contaminante PM 2.5 y esta contaminación tiene una relación directa con los casos de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) que aquejan a la población del área de estudio. Entre estos, se reconoce sobre todo su efecto en la población más vulnerable, que son los niños que se encuentra entre las edades de 0 a 11 años. Así también lo afirma el MINAN (2019, pág. 95) pues manifiesta que las mayores concentraciones del PM 2.5 también son consecuencias del sector industrial aportando 26% y ha registrado un mayor número de defunciones causadas por las IRAs durante el 2010 y 2016. Por otro lado, la OMS (2018) señala que los padecimientos de las IRAs son

considerados como un tema importante que aqueja a la salud pública en los distintos niveles ocasionando un alto índice de mortalidad y afectan de esta manera la calidad de vida de la población.

Respecto a los resultados del segundo objetivo específico que fue: Identificar cuáles son los distritos de la ciudad de Lima con mayor contaminación atmosférica de acuerdo con el indicador del material particulado PM 2.5. Se halló que, para el año 2014, los distritos que se encuentran en condición “Mala” según el Índice de Calidad del Aire para el PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de acuerdo con la clasificación del SENAMHI son Puente Piedra, Carabaylo, San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, y Ate Vitarte. Mientras que, para el año 2015, los distritos que se encuentran en condición “Mala” son Puente Piedra, San Juan de Lurigancho, Ate Vitarte, y Santa Anita. Asimismo, los distritos que repiten, entre los años 2014 y 2015, la condición “Mala” son Puente Piedra, San Juan de Lurigancho y Ate Vitarte.

Por último, los resultados del tercer objetivo: Analizar la percepción de la población respecto a la contaminación ambiental producto de la actividad industrial en el área de estudio, se halló lo siguiente:

En el Gráfico 5.17, del total de la población encuestada, 20 personas manifiestan que vive una sola familia por vivienda; mientras que 36 indican que viven 02, 03 y 04 familias por vivienda. Se observa que existe hacinamiento en las viviendas, el cual afecta la calidad de vida. Por otro lado, la OMS expresa que las malas condiciones de habitabilidad exponen a las personas a una serie de riesgos para la salud (OMS s. f, pág. 4). Además, Bembibre (2010, pág. 2), señala que el hacinamiento trae como consecuencia un ambiente no apto para la supervivencia de las familias. Así, el aire se hace más denso y, por lo tanto, irrespirable; empeorando de esta manera su calidad de vida, pues esto se suma a que residen cerca a zonas industriales.

Respecto al Gráfico 5.18, del total de los encuestados, 56 personas creen que la mala calidad del aire puede afectar a su salud. Además, 12 consideran que la calidad del aire es buena, mientras que 44 perciben que la calidad del aire es mala y/o pésima. Esta diferencia de percepción acerca de la calidad del aire se genera en que cada persona capta las impresiones de su entorno por medio de los sentidos, obteniendo información

de su hábitat que varían de una persona a otra. Esta diferencia de percepción es analizada por Vargas (1994, pág. 48) quien menciona que la psicología define la percepción como un proceso cognitivo de la conciencia, en la que se reconoce e interpreta las sensaciones del ambiente que lo rodea para elaborar juicios particulares.

De acuerdo con el Gráfico 5.19, el total de las personas encuestadas, 56 personas declaran que las fábricas ya estaban instaladas en el distrito de Independencia cuando ellos llegaron a vivir en dicho distrito. Además, 48 personas manifiestan que las industrias deben ser reubicadas, ya que son focos puntuales que contaminan el medio ambiente; mientras que 8 no están de acuerdo con la reubicación, ya que no aceptan la existencia de la contaminación del aire producto de la actividad industrial. Estas percepciones son corroboradas por Catalán (2006, págs. 4-5) quien manifiesta que la población que percibe la relación entre la contaminación del aire y el efecto en la salud, considera que la contaminación es una fuente de enfermedades y, por tanto, toman mayor conciencia sobre la contaminación del aire; mientras que, los que perciben menos contaminación en las zonas donde residen en comparación con otras áreas, niegan la existencia de la contaminación del aire en el lugar donde residen o manifiestan una falta de voluntad para atribuir altos índices de contaminación del aire en su lugar de residencia.

Respecto al Gráfico 5.20, de la población encuestada, 38 personas señalan que en la estación de invierno aumenta la contaminación del aire, siendo los meses de julio a setiembre cuando hay más incidencia a los problemas de salud relacionados a los IRAs. Además, la Defensoría del Pueblo (2006, págs. 28-29) manifiesta que en invierno existe mayor concentración de contaminantes, ya que la altura de la capa de mezcla es menor en invierno que en verano. Al darse mayor concentración de contaminantes se manifiesta mayor impacto a la salud en la estación invernal.

Según el Gráfico 5.21, de los pobladores encuestados, 43 personas manifiestan que no conocen instituciones, ONG y/o personas que se ocupen de la problemática de la contaminación ambiental. Por otro lado, 45 no tienen conocimiento de campañas publicitarias sobre la calidad del aire. Estos resultados muestran que las instituciones responsables de la problemática de la contaminación ambiental no asumen su

responsabilidad de manera óptima. Así como también la información y/o publicidad acerca de los problemas ambientales es deficiente. Al respecto, el Grupo GEA (2004, págs. 137-140) señala que, para conocer la percepción de la población de la ciudad de Lima con respecto al cumplimiento de las funciones de las autoridades, preguntaron a un grupo de encuestados: ¿Quién o quiénes deben de resolver los problemas ambientales? El 49.2% de personas encuestadas respondió que le corresponde al gobierno central y municipalidades; mientras que 47.2% personas encuestadas mencionaron que no. Esto demuestra que no creen en el desempeño de las autoridades competentes; además, la mayoría de la población encuestada declara tener poca información sobre los problemas de la contaminación del aire.

De acuerdo con el Gráfico 5.22, de los pobladores encuestados, 38 personas perciben que su salud ha sido afectada debido a la contaminación del aire producto de la actividad industrial, mientras que 18 niegan o no saben que dicha contaminación repercute en algún tipo de enfermedad. Esta diferencia de percepción explicada por Catalán (2006, pág. 5), manifiesta que la población que percibe la relación entre la contaminación del aire y la salud, señalan como evidencia los daños a la salud como una fuente de conciencia muy importante. Entre los síntomas respiratorios mencionaron asma y bronquitis; mientras, los que niegan o minimizan este vínculo señalan que, desde un enfoque socio cultural, existen personas que creen que el polen, clima, pobreza, viviendas inadecuadas son causas de los problemas de salud, minimizando la contaminación del aire como responsable de las IRAs.

Respecto al Gráfico 5.23, el total de la población encuestada, las 56 personas, manifiestan que se han enfermado de algún tipo de IRAs tales como dificultad en respirar, alergia y tos. Por otro lado, se observa que 28 creen que su enfermedad se debe a la contaminación del aire, pero otras 28 manifiestan que sus enfermedades respiratorias se deben a factores hereditarios y desconocen y/o no saben. También Oltra & Sala (2015, págs. 483-486) explican que la población que tiene la percepción sobre los vínculos entre la contaminación y sus efectos sobre la salud, considera que esta contaminación es perjudicial, ya que produce enfermedades respiratorias como el asma, alergias y bronquitis; mientras los que no perciben riesgos de la contaminación del aire

a la salud, considera la contaminación ambiental como asociada a emociones de rechazo, a una molestia sensorial y a efectos menores sobre la salud y a largo plazo.

De acuerdo con el Gráfico 5.24, de los encuestados, 54 personas perciben que las emisiones de los focos puntuales están relacionadas con las IRAs que aquejan a la población; sin embargo, dos encuestados niegan la relación de la contaminación atmosférica con la salud. Al respecto, Mozobancyk & Pérez (2016, pág. 212) mencionan que aquellas personas entrevistadas manifiestan que la fuente de contaminación del aire son las diferentes industrias de las zonas y que esta contaminación podría afectar a su salud, provocando enfermedades respiratorias tales como: bronquitis, neumonía y asma. Sin embargo, un mínimo de encuestados niega que los problemas de contaminación afectan a su salud, ya que afirman que no han sufrido problemas de salud por efectos de la polución del aire.

De acuerdo con los resultados del Gráfico 5.25, sobre la percepción de la población encuestada, 15 personas consideran que la zona más contaminada es Lima Norte; 15 consideran que es Lima Centro y Lima Sur respectivamente; y, por último, 11 indican a la zona Lima Este. Del total de la población encuestada, 56 personas consideran que toda la ciudad de Lima se encuentra en malas condiciones con respecto a la calidad del aire. Esta percepción se debe a que la muestra elegida es el distrito de Independencia, que está considerada como una zona de concentración industrial, focos contaminantes del aire. Catalán (2006, págs. 4-5) coincide con estos resultados en que las zonas con industrias están asociadas a áreas con grandes problemas de contaminación del aire.

Finalmente, en el Gráfico 5.26, de la población encuestada, 48 personas manifiestan la relación de altos índices de IRAs con la actividad industrial; sin embargo, 8 niegan esta relación. Esta diferencia de percepción se debe a las características de la población encuestada, tales como edad, género, estado de salud y domicilios asociados a la distancia de las industrias. Por otro lado, Mozobancyk & Pérez (2016, pág. 214) señalan que la población encuestada al momento de mencionar la relación que existe entre la actividad industrial y las enfermedades respiratorias como bronquitis, neumonía y asma, se basa en la experiencia propia, de familia o de casos conocidos en el lugar de residencia.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

1. De acuerdo con los resultados de la investigación, se pudo encontrar que una de las principales causas de la contaminación ambiental en la ciudad de Lima es la actividad industrial, la cual impacta de manera negativa en la salud de la población. Por consiguiente, la actividad industrial, al emitir altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera, en particular por el contaminante PM 2.5, afecta la calidad del aire y en consecuencia a la salud de la población de la ciudad de Lima que, de acuerdo con el INEI (Censo 2017), superaba los 9 millones de habitantes. Por otro lado, el contaminante PM 2.5 es considerado como el más nocivo para la salud, porque sus partículas pueden penetrar al sistema respiratorio sin dificultad, hallándose mayor registro de incidencia de casos de IRAS en los niños (de acuerdo con la base de datos otorgados por el MINSA durante los años 2014 y 2015) considerados la población más vulnerable.
2. Los principales factores que han influenciado en la distribución espacial de la actividad industrial en la ciudad de Lima son tres: económicos, sociales y políticos.
  - a) Entre los factores económicos se encuentran el Puerto del Callao mediante las importaciones y exportaciones, también, a través de este, se permitió la llegada de migrantes en su mayoría europeos. Asimismo, las innovaciones y descubrimientos tecnológicos que se dieron en los países desarrollados llegaban en menor tiempo a la ciudad de Lima, tales como electricidad, ferrocarril, telégrafos entre otros. Además, en su momento, el sistema ferroviario permitió al sector industrial que la producción llegue a destinos donde antes no podían acceder, así como la instalación de los primeros bancos en el área de estudio. En esa misma línea, la importación del automóvil, ómnibus, construcción de avenidas y carreteras facilitarón al sector industrial. Del mismo modo, las comunicaciones, como en su primer momento el telégrafo y después con el teléfono, permitían realizar

transacciones comerciales; y por último, las redes de comercialización favorecieron al sector industrial.

- b) El factor político se caracteriza por la creación de políticas proteccionistas al sector industrial con la finalidad de crear industrias que se inició en el año 1845; agregando a ello, aprobación de leyes, entre estos se encuentran: “Ley de promoción industrial” (Ley N° 13 279) en el año 1959; “Ley general de industria” (Ley N° 23 407) en el año 1970; y la “Ley de desarrollo productivo con valor agregado” en el año 2014.
  - c) Respecto a los factores sociales son los siguientes: migraciones externas, sobre todo de la población europea y de otros países del mundo que se dieron finales del siglo XIX e inicios del siglo XX; migraciones internas de las ciudades de la costa y la sierra entre los años 1910 a 1920, también migraciones del campo a la ciudad en el año 1940 y por último, el Conflicto Armado Interno en la década de los 80.
  - d) Asimismo, se demostró que el PM 2.5 influye “moderadamente” y “significativamente” en la incidencia de casos de IRAs en la población del área de estudio (Gráficos 5.11 al 5.16 y Tablas 5.7 al 5.12).
3. En cuanto a los resultados de los distritos de la ciudad de Lima con mayor contaminación ambiental por el contaminante PM 2.5 según el Índice de la Calidad del Aire y de acuerdo con la clasificación del SENAMHI son:
- a) Para el año 2014, los distritos que se encuentran en condición “Mala” son Puente Piedra y Carabayllo en Lima Norte; y, Ate Vitarte, San Juan de Lurigancho y Lurigancho-Chosica en Lima Este.
  - b) Para el año 2015, los distritos que se encuentran en condición “Mala” son Puente Piedra en Lima Norte; Ate Vitarte, San Juan de Lurigancho y Santa Anita en Lima Este.
  - c) Comparando, los distritos que repiten en una condición “Mala” para los años 2014 y 2015 son Puente Piedra en Lima Norte; San Juan de Lurigancho y Ate Vitarte en Lima Este.
  - d) La velocidad y dirección del viento, en los años 2014 y 2015, influyó en la concentración del material particulado PM 2.5 (Gráficos 5.9 y 5.10). Así,

tenemos que en año 2014, entre los meses de enero a marzo, al disminuir la velocidad del viento, este influyó en la baja dispersión del contaminante PM 2.5. Además, entre los meses de mayo a junio del año 2014 y setiembre a diciembre del año 2015, al aumentar la velocidad del viento, permitió la dispersión del contaminante PM 2.5.

e) En relación con los resultados del método de interpolación IDW se identificaron distritos de la ciudad de Lima, con diferentes niveles de contaminación del aire por el PM 2.5 (“Buena”, “Moderada”, “Mala” y “Umbral de cuidado”). Además, se ha generado data para aquellos distritos en las cuales no se tienen estaciones de monitoreo de la calidad del aire por el PM 2.5, localizados en los distritos de Comas e Independencia en Lima Norte; El Agustino y La Molina en Lima Este; y San Juan de Miraflores en Lima Sur.

4. Los resultados de la encuesta en relación con la percepción de la población respecto a la actividad industrial en la ciudad de Lima y su impacto en el medio ambiente y en la salud de la población consisten en:

La mayoría de la población encuestada afirma que las emisiones contaminantes de las actividades industriales pueden ser las causas de las IRAs que aquejan a la población del distrito (Gráfico 5.24), debido a que dicha población reside en una zona industrial y se encuentra afectada directamente por la contaminación que emana de estos focos puntuales. En consecuencia, por las evidencias en su vida personal, constatan que su familia se ve afectada por enfermedades respiratorias tales como bronquitis, neumonía, asma, entre otras.

## 7.2 Recomendaciones

Se hace evidente que la actividad industrial en la ciudad de Lima genera focos de contaminación atmosférica, en particular del contaminante PM 2.5, el cual afecta a la salud de población, sobre todo en los registros de casos de IRAs. De tal manera que se recomienda a las entidades del Estado (actores), tales como el MINAM, MINSA, OEFA, PRODUCE, MINEM, SENAMHI, Gobiernos Regionales y Locales (Municipalidades), tengan en cuenta este trabajo de investigación por las siguientes razones:

- Es necesario seguir evaluando los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población, ya que existen dentro del área de estudio zonas industriales de alta contaminación atmosférica por el contaminante PM 2.5 y, por ende, es necesario tener un mejor control y monitoreo de las emisiones de sustancias que contaminan el ambiente producto de la actividad industrial (fuentes fijas). De esa manera, se podrían minimizar dichos contaminantes y reducir los altos índices de IRAs que aqueja la población.
- Al momento de instalar o autorizar sectores industriales en una determinada área geográfica, se debería considerar los factores físicos y meteorológicos. De esta manera, se podría planificar el desarrollo industrial de mejor manera, fijando núcleos integrados de desarrollo con criterios de especialización, que concentre recursos humanos, técnicos, económicos y ambientales necesarios para su instalación y sus procesos productivos. También, para que tomen acciones de Gestión Ambiental; es decir, poner en práctica políticas ambientales para mejorar la calidad de vida, el desarrollo sostenible de las actividades económicas y, en general, el desarrollo sostenible del Perú.
- Se debe de generar y/o aplicar políticas de descentralización industrial fuera de la ciudad de Lima, con la finalidad de minimizar la contaminación ambiental producto de esta actividad en el área de estudio, generando un equilibrio entre la población y el uso racional de los recursos y, así, tener una ciudad sostenible y sustentable sin poner en riesgo a la población que reside en ella.

- Se manifiesta importante que las encuestas de percepción de la población sobre la actividad industrial en la ciudad de Lima y su impacto en el medio ambiente y en la salud de su población sean estudiadas, entendidas y consideradas en la toma de decisiones de las autoridades competentes, con la finalidad que se adopten acciones de salud pública puesto que la percepción ciudadana debe evaluarse y considerarse en todo tiempo, así como ser confrontada con los estudios científicos más recientes acerca de la contaminación ambiental.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*, Vol. 73, N° 2, 13-132.
- Ardila, R. (2003). Calidad de vida: una definición integradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, Vol. 35, N° 2, 161-164.
- Ayllón, M. (2004). *Geografía Económica: Para las escuelas preparatorias*. México: Editorial Limusa, S.A.
- Bembibre, C. (2010). *Definición de Hacinaamiento*. Obtenido de definicionabc.com:  
<https://www.definicionabc.com/social/hacinamiento.php>
- Bueno de la Heras, J., Sastre, Á., & Lavin, A. (1997). *Contaminación e ingeniería ambiental II. Contaminación atmosférica*. España: Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología FICYT.
- Bustíos, C., Martina, M., & Arroyo, R. (2013). Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. *Revista Peruana de Epidemiología*, Vol. 17 N° 1, 1-9.
- Butteler, O. (1996). *Ecología y civilización: el desafío ambientalista del tercer milenio*. Lima: Editora Magistral.
- Calderón, Á. (2016). *¿Por qué Lima es la ciudad más grande del Perú? Una mirada desde la teoría económica al crecimiento de Lima y al surgimiento de la concentración económica y demográfica en la capital. (Tesis de licenciatura)*, Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7411/CALDERO\\_N\\_GONZALES\\_ALVARO\\_GONZALO\\_POR\\_QUE\\_LIMA---OPT.pdf?sequence=11&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7411/CALDERO_N_GONZALES_ALVARO_GONZALO_POR_QUE_LIMA---OPT.pdf?sequence=11&isAllowed=y)
- Carmona, J. (2009). Infección Respiratoria Aguda en relación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales. *Archivos de Medicina (Col)*, Vol. 9, N° 1, 69-79.
- Carmona, J. (2012). Monitoreo de la Infección Respiratoria Aguda en Manizales, mediante Sistemas de Información Geográfica. *Archivos de Medicina (Col)*, Vol. 12, N° 1, 93-106.
- Catalán, M. (2006). Estudio de la percepción pública de la contaminación del aire y sus riesgos para la salud: perspectivas teóricas y metodológicas. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, Vol. 19, N° 1, 28-37.
- Cederstav, A., & Barandiarán, A. (2002). *La Oroya No Espera*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Chavarría, H., Rojas, P., & Sepúlveda, S. (2002). *Competitividad: cadenas agroalimentarias y territorios rurales: Elementos conceptuales*. IICA.

- Chirinos, L., & Mallqui, C. (2016). Comparación entre Interpoladores Espaciales en el Estudio de Distribución de Partículas Sedimentables Insolubles en la Cuenca Atmosférica de Lima y Callao. *Información Tecnológica Vol. 27 (4)*, 111-120.
- Clean Air Institute. (2012). *La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica*. Obtenido de [minambiente.gov.co](https://www.minambiente.gov.co):  
[https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion\\_atmosferica/La\\_Calidad\\_del\\_Aire\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_Latina.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/La_Calidad_del_Aire_en_Am%C3%A9rica_Latina.pdf)
- Colliers INTERNATIONAL. (2017). *colliers.com*. Recuperado el 29 de junio de 2020, de REPORTE Industrial 1S 2017: <https://www.colliers.com/-/media/files/latam/peru/tkr%20industrial%201s-%202017.pdf>
- Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao. (2010). *II Plan integral de saneamiento atmosférico para Lima - Callao PISA 2011 - 2015*. Obtenido de [eudora.vivienda.gob.pe](http://eudora.vivienda.gob.pe):  
[http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PISA\\_MUNICIPALIDADES/LimaCallao/II\\_Plan\\_Integral\\_de\\_Saneamiento\\_Atmosferico\\_Lima\\_Callao\\_PISA\\_2011\\_2015.pdf](http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PISA_MUNICIPALIDADES/LimaCallao/II_Plan_Integral_de_Saneamiento_Atmosferico_Lima_Callao_PISA_2011_2015.pdf)
- Córdova, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: Una introducción a la geografía*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cousteau, J. (1992). Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo. *Naciones Unidas*, 132. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448167155.pdf>
- Defensoría del Pueblo. (2006). *La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes*. Lima.
- Discoli, C., Ferreyro, C., San Juan, G., Dicroce, L., Martini, I., Barbero, D., & Esparza, J. (2010). Metodología para la evaluación de la calidad de vida urbana. *Bitácora*, Vol. 17, N° 2, 95-112. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18895>
- Encinas, M. (2011). *Medio ambientes y contaminación. Principios básicos*. Obtenido de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6>
- ESRI. (s. f.). *Cómo funciona el clustering basado en densidad*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/2.7/tool-reference/spatial-statistics/how-density-based-clustering-works.htm>
- Estepa, A. (2008). Interpretación de los diagrama de dispersión por estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 26, N° 2, 257-270.
- Figueruelo, J., & Marino, M. (2004). *Química Física del Ambiente y de los Procesos Medioambientales*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Garland, G., & Saavedra, J. (1991). *El sector industrial en el Perú: Una visión de largo plazo*. Obtenido de <https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/ddt11.pdf>

- Garza, V., & Cantú, P. (2003). Salud ambiental, con un enfoque de desarrollo sustentable. *Revista Salud Pública y Nutrición*, Vol. 3, N° 3, 1-5.
- González, G., & Steenland, K. (2014). La salud ambiental en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, Vol. 31, N° 2, 398-399.
- Grupo GEA. (2004). *¿Nos importa el medio ambiente? Encuesta de la percepción de los ciudadanos sobre el ambiente en Lima y Callao*. Lima, Perú.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC. (2015). *Cambio climático 2014 Mitigación del cambio climático*. Obtenido de ipcc.ch:  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG3AR5\\_SPM\\_brochure\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG3AR5_SPM_brochure_es-1.pdf)
- Hayas, A. (1991). Meteorología y contaminación atmosférica. Peculiaridades de la zona urbana de Jaén. *Dialnet*, N° 43, 191-200.
- Instituto de Desarrollo Urbano - CENCA; Instituto Metropolitano de Planificación - IMP. (2012). *Una Aproximación al Estudio de Vulnerabilidad ante Desastre en Lima Metropolitana*. Recuperado el 15 de octubre de 2016, de [ciudadesfocalesmirrlima.files.wordpress.com](http://ciudadesfocalesmirrlima.files.wordpress.com):  
<https://ciudadesfocalesmirrlima.files.wordpress.com/2012/08/una-aproximacion-al-estudio-de-vulnerabilidad1.pdf>
- Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial - UNSM. (2004). *Gestión de la calidad del aire: Causas, Efectos y Soluciones*. Obtenido de [sisbib.unmsm.edu.pe](http://sisbib.unmsm.edu.pe):  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/Mambiente/gest\\_cal/pdf/t\\_completo.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/Mambiente/gest_cal/pdf/t_completo.pdf)
- Instituto Geofísico del Perú - IGP. (2010). *Zonificación sísmico-geotécnica para siete distritos de Lima Metropolitana*. Recuperado el 2 de octubre de 2016, de [https://www.academia.edu/36823239/INSTITUTO\\_GEOFISICO\\_DEL\\_PERU\\_ZONIFICACION\\_SISMICO-GEOTECNICA\\_PARA\\_SIETE\\_DISTritos\\_DE\\_LIMA\\_METROPOLITANA\\_Comportamiento\\_Dinamico\\_del\\_Suelo](https://www.academia.edu/36823239/INSTITUTO_GEOFISICO_DEL_PERU_ZONIFICACION_SISMICO-GEOTECNICA_PARA_SIETE_DISTritos_DE_LIMA_METROPOLITANA_Comportamiento_Dinamico_del_Suelo)
- Instituto Metropolitano de Planificación - IMP. (2012). *Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima 2012 - 2025*. Recuperado el 22 de agosto de 2016, de [SINIAMINAM.gob.pe](http://SINIAMINAM.gob.pe):  
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-regional-desarrollo-concertado-lima-2012-2025>
- Instituto Metropolitano Protransporte de Lima. (2005). Obtenido de Estudio de Impacto Ambiental: <http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2005/EIA-Estaciones%20Sur.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2018). *Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017 Región Lima*. Recuperado el 29 de junio de 2020, de [inei.gob.pe](http://inei.gob.pe):  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1550/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1550/)

- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017*.  
Obtenido de censos2017: <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2017). *Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017*. Obtenido de inei.gob.pe:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2017). *Glosario de Estadísticas del Medio Ambiente de las Naciones Unidas*. Obtenido de inei.gob.pe:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1469/glosario.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1469/glosario.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2018). *Perfil Sociodemográfico del Perú*.  
Obtenido de inei.gob.pe:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2019). *Perú: Estructura Empresarial, 2018*. Obtenido de inei.gob.pe:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1703/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1703/libro.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. (1995). *Migraciones en el Perú*. Obtenido de  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0018/n00.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0018/n00.htm)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI-. (2016). *V. Análisis de la Estructura Empresarial en Lima Metropolitana*. Obtenido de  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1445/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1445/cap05.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Sistema de Información Geográfica*.  
Obtenido de inegi.org.mx:  
<https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/sistemainformaciongeografica.pdf>
- Instituto Nacional de Salud - INS. (2017). *Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)*. Obtenido de inafic.com.co:  
[https://inafic.com.co/palma/payarte/Documentacion/Macroproceso%20vigilancia%20epidemiologia/Vigilancia/Protocolos/VE-DEPRO99\\_Protocolo\\_de\\_Vigilancia\\_en\\_Salud\\_Publica\\_IRA.pdf](https://inafic.com.co/palma/payarte/Documentacion/Macroproceso%20vigilancia%20epidemiologia/Vigilancia/Protocolos/VE-DEPRO99_Protocolo_de_Vigilancia_en_Salud_Publica_IRA.pdf)
- Jimeno, A. (2009). Calentamiento global: verdades y especulaciones. *Dimensión empresarial*, Vol. 7, N° 2, 33-39.
- Jon, E. (1993). *Un mundo en desequilibrio: la contaminación de nuestro planeta*. McGraw-Hill.
- Korc, M. (2003). La contaminación del Aire. *Instituto de Estudios Peruanos*, 305-332.  
Recuperado el 28 de agosto de 2016, de La contaminación del aire.

- Kuznik, A., Hurtado, A., & Espinal, A. (2010). El uso de la encuesta de tipo social en Traductología. Características metodológicas. *Monografías de Traducción e Interpretación*, N° 2, 315-344.
- Lemus, J., & Urquía, J. (2018). La geografía de la percepción: una metodología de análisis para el desarrollo del turismo en la comunidad de Chirimena, Estado Miranda. Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, Vol. 34, N° 56, 132-248.
- Ministerio de la Producción - PRODUCE. (2015). *Estudio de la situación actual de las empresas peruanas. Los determinantes de su productividad y orientación exportadora. Análisis basado en los resultados de la Primera Encuesta Nacional de Empresas 2015*. Obtenido de [cdn.www.gob.pe](http://cdn.www.gob.pe):  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299953/d29294\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299953/d29294_opt.pdf)
- Ministerio de Salud - MINSA. (2005). *Prevalencia de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire, La Oroya, Junín, Perú. 2002-2003*. Junín: Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2005-5267.
- Ministerio de Salud - MINSA. (2005). *Prevalencia de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire. Lima ciudad, Perú. Junio Agosto 2003*. Obtenido de [cdn.www.gob.pe](http://cdn.www.gob.pe):  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/417228/182131087230493009820191106-32001-64chit.pdf>
- Ministerio de Salud - MINSA; Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. (2011). *Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020*. Obtenido de [digesa.minsa.gob.pe](http://digesa.minsa.gob.pe):  
<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/POLITICA-DIGESA-MINSA.pdf>
- Ministerio de Salud - MINSA; Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. (2005). *Análisis de resultados de los promedios anuales por año*. Lima.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Estudio de desempeño ambiental 2003-2013 - ESDA*. Obtenido de [minam.gob.pe/esda/](http://minam.gob.pe/esda/): <http://www.minam.gob.pe/esda/6-1-4-efectos-en-la-salud-de-las-personas-que-produce-la-contaminacion-estudios-que-estimen-el-impacto-de-la-contaminacion-en-la-salud-de-la-poblacion/>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013 - 2014*. Obtenido de [minam.gob.pe](http://minam.gob.pe): <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014*. Obtenido de [minam.gob.pe](http://minam.gob.pe).
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2019). *Diagnóstico de la gestión de la calidad del aire de Lima-Callao*. Lima.
- Ministerio del Ambiente -MINAM-. (2019). *Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao*. Obtenido de

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

- Mozobancyk, S., & Pérez, J. (2016). Percepción de la contaminación ambiental y los riesgos para la salud en la comunidad de “Villa Inflamable”. *Anuario de investigaciones*, 207-216.
- Municipalidad de Lima. (2016). *Plan de desarrollo local concertado de Lima Metropolitana 2016-2021*. Recuperado el 15 de octubre de 2016, de [cdn.plataformaurbana.cl](http://cdn.plataformaurbana.cl): <http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2016/11/1.-pdlc-de-lm-2016-2021.pdf>
- Oltra, C., & Sala, R. (2015). La implicación del público en los riesgos derivados de la contaminación atmosférica urbana. *Revista de sociología*, Vol. 100, N° 4, 447-492.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (1996). *La gente y la salud*. Obtenido de Foro Mundial de la Salud: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/55264/WHF\\_1996\\_17\\_n4\\_p385-387\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/55264/WHF_1996_17_n4_p385-387_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2018). *Calidad del aire y salud*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Panamericana de la Salud - OPS; Organización Mundial de la Salud - OMS. (2014). *Infecciones respiratorias agudas en el Perú. Experiencias frente a la temporada de bajas temperaturas*. Obtenido de [paho.org](http://paho.org): <https://www.paho.org/per/images/stories/FtPage/2014/PDF/iras.pdf>
- Pacsi, S. (2016). Análisis temporal y espacial de la calidad del aire determinado por material particulado PM 10 y PM 2.5 en Lima Metropolitana. *Anales Científicos*, Vol. 77, N° 6, 273-283.
- Pajuelo, R. (2005). *Medioambiente y salud en La Oroya: sistematización de un programa de intervención*. Lima: Editora CooperAcción.
- Peña, J. (2006). Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión de territorio. *Revista de geografía Norte Grande*, N° 36, 97-101.
- Pértegas, S., & Fernández, S. (2002). Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. *Dialnet*, Vol. 9, N° 4, 209-211.
- Ramírez, A., & León, T. (2004). *Impacto del crecimiento industrial en la salud de los habitantes de una ciudad minera del Perú*. Obtenido de [sisbib.unmsm.edu.pe](http://sisbib.unmsm.edu.pe): [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v65\\_n2/enpdf/a05.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v65_n2/enpdf/a05.pdf)
- Rengifo, H. (2008). Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica (parte 1). *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, Vol. 25, N° 4, 403-409.

- Romero, M., Más, P., Lacasaña, M., Rojo, M., Aguilar, J., & Romieu, I. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. *Salud Pública de México, Vol. 46, N° 3, 222-233.*
- Rosales, J., Torres, V., Olaíz, G., & Borja, V. (2001). Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México, Vol.43, N° 6, 544- 555.*
- Sánchez, J., Romieu, I., Ruíz, S., Pino, P., & Guitiérrez, M. (1999). Efectos agudos de las partículas respirables y del dióxido de azufre sobre la salud respiratoria en niños del área industrial de Puchuncaví, Chile. *Revista Panamericana de la Salud Pública, Vol. 6, N° 6, 348-391.*
- Sánchez, O., & Ordoñez, C. (2016). *Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2015.* Lima: SENAMHI.
- Sánchez, O., Ordoñez, C., Aliaga, R., & Rojas, J. (2015). *Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana, 2014.* Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Sánchez, O., Ordoñez, C., Gavidia, M., Silva, J., Angulo, J., Blas, D., . . . Aguirre, R. (2013). *Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011.* Obtenido de <file:///F:/Informe%20sobre%20la%20calidad%20del%20aire.pdf>
- Seminario, B., & Zegarra, M. (2014). *Las tendencias de largo plazo de la desigualdad regional en el Perú, 1827 - 2007.* Obtenido de <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/959/DD1403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toro, G., & Melo, C. (2009). Aplicación de métodos de interpolación geoestadísticos para la predicción de niveles digitales de una imagen satelital con líneas perdidas y efecto sal y pimienta. *Tecnura, Vol. 12, N° 24, 55-67.*
- Travis, W. (1996). *Contaminación, causas y efectos.* México: Gernika.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). Regresión y Correlación Lineal Simple. <asesorias.cuautitlan2.unam.mx>, 1-29.
- Valenzuela, R. (1991). El que contamina, paga. *Revista CEPAL N° 45, 75-88.* Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/a601/22facf3c9b59cc7d3b355e10cbfc974c068b.pdf>
- Vara, J. (2010). Un análisis necesario: Epistemología de la Geografía de la percepción. *Papeles de la geografía, Vol. 51, N° 52, 337-344.*
- Vargas, L. (1994). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades, Vol. 4, N° 8, 47-53.*
- Vinuesa, J. (1991). *Los procesos de urbanización.* Obtenido de <https://www.tesisnred.net/bitstream/handle/10803/6109/02PARTE1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Wallo, A., Cuesta, O., & Sánchez, P. (2007). *Análisis espacial de la influencia del dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno sobre el asma bronquial en el municipio Regla. Aplicación de SIG*. Obtenido de INPE:  
<http://martes.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/09.12.20.40/doc/4323-4330.pdf>



## ANEXO

**Anexo A.** Encuesta para la población que reside cerca de las zonas industriales en el distrito de Independencia



### FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS

#### ESPECIALIDAD EN GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE

“LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE LIMA Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE Y EN LA SALUD DE SU POBLACIÓN”.

#### ENCUESTA PARA LA POBLACIÓN QUE RESIDE CERCA A LAS INDUSTRIAS.

Nombres y apellidos: .....

Estado civil: .....N° de hijos.....Nivel de educación.....

Distrito: Independencia.....Fecha.....26 y 27/11/2016.....Hora.....

Edad.....

#### **A. INFORMACION GENERAL**

Las siguientes preguntas se realizan para el estudio de investigación: La actividad industrial en la ciudad de Lima y su impacto en el medio ambiente y en la salud de su población, el cual usted y algunos miembros de la familia han aceptado participar. Sus respuestas son muy importantes y la información que usted suministre es totalmente confidencial y sólo será usada para fines del proyecto de investigación. A continuación, se harán las respectivas preguntas. Por favor responda todas las preguntas lo más sincero y preciso que pueda.

##### I.- Vivienda:

**1.- ¿Cuánto tiempo reside Ud. en la zona?**

a.) Menos de 5 años

c.) De 10 a 15 años

b.) De 5 a 10 años

d.) Más de 15 años

**2.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda?**

a.) Una familia

c.) Tres familias

b.) Dos familias

d.) Más de 4 familias

**3.- ¿Cuándo Ud. llegó a vivir a esta zona, estaban instaladas las fábricas?**

- a.) Si  
b.) No
- c.) Desconoce  
d.) No opina/ No sabe
- 4.- ¿Cómo calificas la calidad del aire donde vive?**
- a.) Buena  
b.) Mala
- c.) Pésima  
d.) No opina/no opina
- 5.- ¿Cree que la mala calidad del aire pueda afectar su salud?**
- a.) Si  
b.) No
- c.) No sabe  
d.) No opina
- 6.- ¿En qué época del año hay más contaminación?**
- a.) Invierno  
b.) Verano
- c.) Otoño  
d.) Primavera
- 7.- ¿En qué época del año le afecta más la contaminación del aire a su salud?**
- a.) Enero a marzo  
b.) Abril a junio
- c.) Julio a setiembre  
d.) Octubre a diciembre
- 8.- ¿Conoce alguna institución, ONG, personas, etc. que se ocupen de esta problemática de contaminación ambiental?**
- a.) Si  
b.) No
- c.) No sabe  
d.) No opina
- 9.- ¿Conoce Ud. alguna campaña publicitaria que trate sobre la “calidad del aire”?**
- a.) Si  
b.) No
- c.) Desconoce  
d.) No opina/ No sabe
- II.- Salud:**
- 10.- ¿Ha tenido Ud. una afección a la salud que tenga que ver con la contaminación del aire?**
- a.) Si  
b.) No
- c.) No sabe  
d.) No opina
- 11.- ¿A qué cree Ud. que se deba a su enfermedad de Infección Respiratoria Aguda?**
- a.) A la contaminación del aire  
b.) Hereditaria
- c.) Desconoce  
d.) No opina/No opina
- 12.- ¿Qué tipo de reacciones ha tenido Ud. o algún miembro de su familia producto de la Infección Respiratoria Aguda?**
- a.) Tos  
b.) Dificultad en respirar
- c.) Congestión nasal  
d.) Alergias

**III.- Industria**

**13.- ¿Cree Ud. que las emisiones que emiten las fábricas cercanas a la zona tengan algo que ver con las infecciones respiratorias agudas que aqueja la población?**

- |        |                       |
|--------|-----------------------|
| a.) Si | c.) Desconoce         |
| b.) No | d.) No opina/ No sabe |

**14.- ¿Cuál es la zona más contaminada de la ciudad por la actividad industrial?**

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| a.) Lima Norte  | c.) Lima Sur  |
| b.) Lima Centro | d.) Lima Este |

**15.- ¿En la ciudad de Lima existen altos índices de infección respiratorias agudas producto de la actividad industrial?**

- |        |                       |
|--------|-----------------------|
| a.) Si | c.) Desconoce         |
| b.) No | d.) No opina/ No sabe |

**16.- ¿Ud. está de acuerdo que las industrias sean reubicadas?**

- |        |        |
|--------|--------|
| a.) Si | b.) No |
|--------|--------|

