

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos.

Por:

Julio Rafael Guevara Reátegui

Asesor:

Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio

Tarapoto, mayo de 2017

Cómo Citar:

Estilo Apa 6ta Edición

Guevara J. (2017). *Índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos* (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana Unión, Tarapoto, San Martín, Perú.

Estilo Iso

Guevara Reátegui, J. *Índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos*. Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana Unión, Tarapoto, 2017.

Estilo Vancouver

Guevara Reátegui, Julio. Rafael. *Índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos*. [Tesis de Licenciatura]. Tarapoto: Universidad Peruana Unión filial Tarapoto; 2017.

Ficha catalográfica elaborada por el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación – CRAI – de la UPeU - FT

TIAm	Guevara Reátegui, Julio Rafael
2	Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material
G88	particulado 2.5 microgramos/ Autor: Julio Rafael Guevara Reátegui; Asesor: Ing. Jackson
2017	Edgardo Pérez Carpio. -- Tarapoto, 2017.
	93 páginas: anexos, tablas, figuras, apéndice
	Tesis (Licenciatura)--Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
	EP. de Ingeniería Ambiental, 2017.
	Incluye referencias y resumen.
	Campo del conocimiento: Ingeniería Ambiental.
	1. Índice de calidad de aire. 2. material particulado 2.5 microgramos. 3. nivel de riesgo.

**DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS**

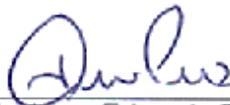
Yo, Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **"ÍNDICE DE LA CALIDAD DE AIRE EN EL DISTRITO DE MORALES DEBIDO A LA PRESENCIA DE MATERIAL PARTICULADO 2.5 MICROGRAMOS"** constituye la memoria que presenta el Bachiller **Julio Rafael Guevara Reategui** para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Tarapoto, a los 27 de julio de 2017



Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio

Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos.

TESIS

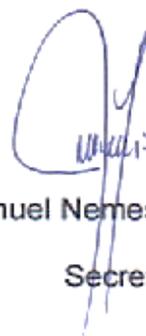
Presentada para optar el título Profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Ing. Henry Carbajal Mogollon

Presidente



Ing. Manuel Nemesio Toribio Yalico

Secretario



Ing. Jessica Quipas Pezo

Vocal



Ing. Ivone Vasquez Briones

Vocal



Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio

Asesor

Tarapoto, 04 de mayo del 2017

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios que me ayuda cada día a esforzarme para ser un buen profesional.

A mis queridos padres por los consejos y el apoyo que me dieron en cada etapa de mi vida.

A mis amigos y docentes de la Universidad que me dieron consejos sabios para poder lograr alcanzar todas mis metas propuestas.

Agradecimientos

A Dios, por guiarme en cada momento de mi vida.

A mi asesor Ing. Jackson Pérez Carpio, por su asesoría en la investigación.

A los docentes por ayudar a formarme en las aulas por las buenas enseñanzas que me dieron para ser un buen profesional.

A mis queridos padres Ricardo Guevara y Lizeth Reátegui por su amor y su apoyo que me dieron durante los 5 años en la universidad y un gran ejemplo a seguir.

A la Universidad Peruana Unión por formarme con valores y contribuir de esa forma a mejorar en mi vida espiritual.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 Planteamiento del problema	19
1.2 Justificación	22
1.3 Presuposición Filosófica	23
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo general	24
1.4.2 Objetivos específicos.....	24
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Antecedentes.....	25
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.2.1 Ubicación Geográfica	27
2.2.2 Desarrollo urbano	28
2.2.2.1 Población.....	28
2.2.3 Transporte, Industria y Comercio.....	30
2.2.3.1 Transporte	30
2.2.4 Industria y Comercio.....	32
2.2.4.1 Industria.....	32
2.2.4.2 Comercio	33
2.2.5 Geografía y clima.....	33
2.2.5.1 Clima	33

2.2.5.2	Fisiografía.....	33
2.2.5.3	Hidrología	33
2.2.5.4	Morfología.....	34
2.2.5.5	Temperatura	34
2.2.5.6	Precipitación	34
2.2.6	Aspectos Socio Económico	35
2.2.6.1	Pobreza	35
2.2.7	Calidad de aire	35
2.2.8	Fuentes Contaminantes.....	36
2.2.9	Contaminación Atmosférica	37
2.2.10	Contaminantes Primarios.....	37
2.2.11	Contaminante Secundario	37
2.2.12	. Fuente Natural	38
2.2.13	. Fuente Antropogénico	38
2.2.14	Partículas	38
2.2.15	Protocolo de Monitoreo.....	38
2.2.16	Metodología de Calidad de Aire.....	39
2.2.17	Selección de Métodos para Calidad de Aire	39
2.2.18	Descripción de Métodos	40
2.2.18.1	Muestreadores Pasivos	40
2.2.18.2	Muestreadores Activos	40

2.2.19	Sensores remotos.....	40
2.2.20	Zonas de Atención Priorizadas	41
2.2.21	Efectos en la salud	42
2.2.22	Efectos sobre el Medio Ambiente	44
2.2.23	Material Particulado PM _{2.5}	44
2.2.24	Legislación Ambiental	46
3.1	Diseño de investigación.....	49
3.1.1	Enfoque	49
3.1.2	Diseño	49
3.2	Formulación de hipótesis	49
3.2.1	Hipótesis General	49
3.2.2	Hipótesis Específica	49
3.3	. Identificación de variables.....	50
3.3.1	Variable Independiente.....	50
3.3.2	Variable dependiente	50
3.4	Población y muestra	50
3.4.1	Población.....	50
3.4.2	Muestra	50
3.5	Instrumento del monitoreo de pm _{2.5}	51
3.5.1	Materiales y Equipos	51
3.6	Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de datos	52

3.6.1	Monitoreo de la calidad del aire	52
3.6.2	Determinación del número de sitios de medición	52
3.6.3	Monitoreo de PM 2.5 Hivol.....	53
3.6.4	Método de Recolección de Datos	53
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos de campo	54
3.7.1	Instrumentos.....	54
3.7.2	Monitoreo	54
3.7.3	Análisis	54
3.8	Equipos de monitoreo	55
3.8.1	PM2.5	55
3.8.2	Anemómetro	55
3.8.3	Termohigrómetro	55
3.8.4	Brújula	56
3.9	Equipos de análisis.....	57
3.9.1	Balanza	57
3.9.2	Estufa	57
3.9.3	Filtro	58
3.10	Procedimiento de monitoreo	58
3.10.1	Selección de Muestreador activos	58
3.10.2	Calibración de Equipos	58
3.10.3	Técnicas de Recolección de datos	59

3.10.4	Cálculo de Concentración de PM2.5.....	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		61
4.1	Material Particulado PM2.5.....	61
4.1.1	Monitoreo Meteorológico	61
4.1.2	Interpretación de Resultados	61
4.2	Equipo y metodología de Análisis Utilizada	62
4.3	Resultados del Contaminante PM2.5.....	63
4.4	Discusión.....	67
5.1	Conclusiones	69
5.2	Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS		71
ANEXOS.....		74
APÉNDICE		82

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire- ZAP San Martín (2013)	26
Tabla 2. Población del Distrito de Morales 2012 – 2015.....	29
Tabla 3. Vehículos de Transporte en la Zona de Atención Prioritaria de la Cuenca Atmosférica de San Martín.....	31
Tabla 4. Distribución de las Industrias en la Provincia de San Martín	32
Tabla 5.Estándar de calidad ambiental para, material particulado con diámetro menor a 2,5 micras	47
Tabla 6.Índice de Calidad del Aire por contaminante	47
Tabla 7.Índice de Calidad del Aire corresponde a los diferentes niveles de cuidado	48
<i>Tabla 8. Puntos de monitoreos de calidad de aire</i>	51
Tabla 9.Materiales y equipos para monitoreo de Calidad de aire	51
Tabla 10.Datos meteorológicos del día del monitoreo.....	61
Tabla 11. Equipo y metodología utilizada.....	62
Tabla 12.Coordenadas del punto de monitoreo.....	62
Tabla 13.Cuadro de resultados del contaminante PM2.5	63
Tabla 14.Coordenadas del punto de monitoreo.....	65
Tabla 15.Cuadro de resultados del contaminante PM2.5	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Emisiones de Contaminantes	36
Figura 2. Emisiones de Contaminantes	36
Figura 3.Emisión de Contaminantes Atmosférico	37
Figura 4.Zona de atención Prioritaria de Calidad de aire	41
Figura 5. Representación de los diferentes efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud.	42
Figura 6.Efectos de los contaminantes del aire en la salud.	43
Figura 7. Clasificación del material particulado en la atmósfera urbana.	44
Figura 8.Equipo Hivol PM2.5	45
Figura 9. Recomendaciones de número mínimo de estaciones	52
Figura 10. PM2.5 Hi-Vol	55
Figura 11.Anemómetro Digital	55
Figura 12.Termohigrometro Digital	56
Figura 13.Brújula Profesional	56
Figura 14.Balanza Digital	57
Figura 15.Estufa Digital	57
Figura 16.Filtro de cuarzo	58
Figura 17.Resultado de Monitoreo de calidad de aire en la Jr. Alfonso Ugarte	64
Figura 18. Resultado de Monitoreo de calidad de aire en la Jr. Alfonso Ugarte	66
Figura 19.Monitoreo de calidad de aire con el Hivol PM 2.5	84
Figura 20.Monitoreo de parámetros meteorológicos de dirección y velocidad del viento	85
Figura 21. Monitoreo temperatura y porcentaje de humedad	86
Figura 22.Filtros después del monitoreo de 24 horas	87

Figura 23. Secado del filtro	88
Figura 24. Desecado del filtro	89
Figura 25. Pesado del filtro en la balanza analítica	90
Figura 26. Plano de Ubicación de los puntos de monitoreo	91
Figura 27. Plano de monitoreo Jr. Alfonso Ugarte	92
Figura 28. Plano de monitoreo Jr. Victoria Vásquez	93

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibración del PM2.5	75
Anexo 2. Certificado de Calibración del Anemómetro.....	76
Anexo 3. Informe Meteorológico Octubre 2016	77
Anexo 4. Hojas de campo para monitoreo de PM _{2.5}	78

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice 1. Cálculo de la concentración de PM2.5 en el Sector Jr. Alfonso Ugarte ..	82
Apéndice 2. Cálculo de la concentración de PM2.5 en el Sector Jr. Victoria Vásquez	83
Apéndice 3. Fotografía del monitoreo de calidad de Aire	84
Apéndice 4. Fotografía de Medición de Parámetros Meteorológicos Temperatura y % de Humedad	85
Apéndice 5. Fotografía de los 4 filtros monitoreados el parámetro de PM2.5.....	87
Apéndice 6. Fotografía del secado del filtro	88
Apéndice 7. Fotografía del secado del filtro	89
Apéndice 8. Fotografía del pesado del filtro	90
Apéndice 9. Plano de Ubicación	91

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar la concentración de partículas menores de 2.5 microgramos para luego ser comparados con el índice y el estándar de calidad de aire (D.S. N° 003-2008-MINAM) de los sectores Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Victoria Vásquez del Distrito de Morales Departamento de San Martín, los monitoreos se han realizado teniendo en cuenta los procedimientos que nos indica el “Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de datos” elaborado por la DIGESA (2005). El equipo que se utilizó es un equipo Hivol PM_{2.5} de alto volumen el tipo de investigación es no experimental descriptivo comparativo de corte transectorial porque determina el grado de relación de variables de estudio. De acuerdo a los resultados obtenidos la concentración de partículas PM_{2.5} registradas en los puntos de monitoreo Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Victoria Vásquez realizados del 03 al 14 de octubre del 2016 registraron concentraciones (12.8 µg/m³, 20.8 µg/m³, 14.2 µg/m³, 10.7 µg/m³ y 22.5 µg/m³, 18.4 µg/m³, 19.2 µg/m³, 12.7 µg/m³) estos valores no excedieron al nivel de referencia 25 µg/m³ establecido por la normativa nacional de estándares de calidad de aire D.S N.º 003-2008 MINAM. También se han comparados con el índice de calidad de aire, teniendo como resultado el nivel de riesgo de color amarillo y color verde obteniendo una calificación moderada y buena, se puede interpretar que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA, se puede realizar actividades al aire libre y con restricciones para los pobladores sensibles.

Palabras clave: *Índice de calidad de aire; material particulado 2.5 microgramos; nivel de riesgo.*

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the concentration of particles smaller than 2.5 micrograms and then compare them with the index and standard of air quality (DS N ° 003-2008-MINAM) in sectors Jr. Alfonso Ugarte and Jr. Victoria Vásquez in the District of Morales Department of San Martín - Peru, monitoring has been carried out taking into account the procedures indicated by the "Protocol of air quality monitoring and data management" elaborated by DIGESA (2005). The equipment used is Hivol PM_{2.5} of high volume; the type of this research is non-experimental descriptive comparative of trans-sectoral type because it determines a degree of relation of the study variables. According to the results obtained, concentration of particles PM_{2.5} recorded at the monitoring points Jr. Alfonso Ugarte and Jr. Victoria Vásquez executed from October 3th to 14th, 2016 recorded concentrations (12.8 µg / m³, 20.8 µg / m³, 14.2 µg / m³, 10.7 µg / m³ and 22.5 µg / m³, 18.4 µg / m³, 19.2 µg / m³, 12.7 µg / m³), these values did not exceed the reference level 25 µg / m³ established by the national regulations of Air quality standards DS No. 003-2008 MINAM, it was also compared with air quality index, resulting in risk level of color yellow and color green obtaining a moderate and good rating, it can be interpreted that air quality is acceptable and complies with EQS (Environmental Quality Standard), human beings can perform outdoor activities and with restrictions for sensitive people.

Keywords: Air quality index; Particulate matter 2.5 micrograms; risk level.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Según la resolución del Ministerio N° 307-2015 elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2015) en el departamento de San Martín se ha incrementado la cantidad de vehículos motorizados, tal como lo muestra el indicador de Vehículos por cada mil habitantes. Ha tenido una tendencia de crecimiento de 12.94 en el año 2009 a 15.55 Vehículos por cada 1000 habitantes en el año 2012. El parque automotor de la zona de atención priorizada al año 2012 fue de 27000 vehículos de transporte terrestre, de los cuales 5885 corresponden a las categorías M y N (autos, station wagon, camionetas, micro-bus, camión y semi-trayler), de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo N° 058-2003-MTC); y 23000 vehículos pertenecen a la Categoría L (mototaxis y motos lineales), cifra bastante alta, debido a que en el caso de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo, por sus características geográficas el transporte público y privado se realiza en forma masiva en vehículos menores (motos lineales y mototaxi o motocar)

Así mismo los vehículos de la categoría L (Mototaxis) usan en un 95 % gasolina de 84 octanos, las motocicletas de uso particular un 50% gasolina de 84 y un 50% gasolina de 90 octanos, en cuanto a los vehículos de las categorías M y N, un 15% usa gasolina de 84 un 35 % usa de 90 o más y el 50% de los vehículos de transporte interurbano e interprovincial usan Diesel. El abastecimiento de combustible se realiza en 17 estaciones de servicio (Grifos) ubicados en los distritos de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo.

Según la resolución del Ministerio N° 339-2012 elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2012) la ciudad de Tarapoto ha sido considerado dentro de los dieciochos (18) nuevas zonas de atención prioritaria en las cuales se evaluará y formulará los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire; para esto se deberá tomar como

referencia el incremento de la actividad industrial y comercial que se realiza en ellas, el tamaño del parque automotor y la población vulnerable.

Alfonso & Jose (2010) mencionan que es de importancia fundamental conocer lo que nosotros denominamos como la fracción respirable es decir aquella parte del aire que inhalamos y pasa a través de la tráquea e ingresa al tracto respiratorio, conocida como material particulado PM 10 (el tamaño de la partícula es de 10 micras). Aún más importante es conocer la concentración de las partículas que ingresan al organismo y se depositan en lo más profundo de las vías respiratorias como son los sacos alveolares, estas partículas son conocidas como PM 2.5 (debido al tamaño de la partícula que son 2.5 micras). La fracción PM 2.5 es producida por la combustión de los vehículos que circulan por nuestras ciudades en especial por aquellos que funcionan con motores Diesel. Las grandes capitales del mundo están muy preocupadas por la contaminación que emiten estos vehículos y es frecuente en estas ciudades el monitoreo del material particulado fracción respirable PM 2.5.

Según el Decreto Supremo N° 003 – 2008 Estándares de Calidad de Aire elaborado por el MINAM (2008) afirman que los ECA se refieren a valores que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud.

Según el Organización mundial de la salud (2006) menciona que el material suspendido en el aire y sus efectos en la salud pública coinciden en poner manifiesto efectos adversos para la salud, con las exposiciones que experimentan actualmente la población urbana, tanto en los países desarrollados como en desarrollo. El abanico de los efectos en la salud es amplio, pero se producen particularmente en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Se ve afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar en la salud o la edad.

Airnow, (2014) menciona que el AQI es un índice para la presentación de informes de calidad de aire. Te dice cuán limpio o contaminado es su aire, y qué efectos en la salud asociados podrían ser una preocupación para usted. El AQI se enfoca en los efectos sobre la salud que pueden surgir dentro de unas pocas horas o días después de respirar aire contaminado. La EPA calcula el AQI por cinco principales contaminantes del aire, regulados por la Ley de Aire Limpio: ozono a nivel del suelo, la contaminación de partículas (también conocida como material particulado), monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. Para cada uno de estos contaminantes, la EPA ha establecido estándares nacionales de calidad del aire para proteger la salud pública.

Andrés & Alberto (2011) indica que en las últimas décadas la problemática de la contaminación del aire ha sido de primordial interés, en el nivel local, regional y global, desde el punto de vista ambiental y de la salud humana. La presencia de partículas, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos y óxidos de azufre y nitrógeno en áreas urbanas se ha señalado como la responsable de tal problemática.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) afirma que el comportamiento de la población en la Provincia ha sido creciente, según el Censo Nacional 2007 la Provincia de San Martín representa el 22% de la población de la Región del mismo nombre, y a nivel provincial los distritos con población son: Tarapoto con el 42%, Banda de Shilcayo el 18%, Morales el 15%, Sauce el 7% y mientras que Alberto Leveau es el distrito con menor población (0.5% de la población provincial).

Como se puede observar es necesario realizar monitoreos de calidad de aire $PM_{2.5}$ puesto que no existen estudios actualizados de este contaminante en el Distrito de Morales. Este trabajo de investigación ayudará a conocer cuál es el índice de calidad de aire y a qué nivel de riesgo se encuentra la población tal como lo indica el Índice de Calidad de Aire de la agencia de protección del medio ambiente.

1.2 Justificación

Como se puede observar el planteamiento del problema se justifica estudiar el índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos 2016, debido al cumplimiento de la resolución del Ministerial N° 307-2015 elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2015), según la resolución del Ministerio N° 339-2012 menciona que la ciudad de Tarapoto ha sido considerado dentro de los dieciochos (18) nuevas zonas de atención prioritaria en las cuales se evaluará y formulará los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire.

De acuerdo al plan de acción para la mejora de la calidad de aire en la zona de atención prioritaria de la cuenca atmosférica de San Martín elaborada por el Ministerio del Ambiente Perú (2015) menciona que en el Plan Nacional de Acción Ambiental-PLANAA PERÚ 2011- 2021, aprobado con Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM establece que la acción estratégica referida a prevenir y controlar la contaminación atmosférica tiene como una de sus metas, que el 60% de nuevas ciudades priorizadas implementen sus planes de acción para mejorar la calidad del aire.

El incremento del tránsito vehicular de motos lineales, motocar, autos y otros vehículos es preocupante en nuestra Región de San Martín y principalmente en el distrito de Morales donde se realizará el estudio del monitoreo de calidad de aire de material particulado 2.5 microgramos. Este estudio de investigación permitirá dar a conocer cuál es el estado de la calidad de aire y en qué nivel de riesgo se encuentra

Según la resolución N° 307-2015 elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2015) en el acuerdo al literal K del artículo 7° del decreto legislativo, acotado, el MINAM tiene como una de sus funciones específicas promover y coordinar la adecuación del sistema de los residuos sólidos, la protección de la calidad de aire y el control del ruido y de las radiaciones no ionizantes así como, sancionar su incumplimiento.

Así mismo establecen medidas destinadas a disminuir y revertir los niveles de concentración de contaminantes, así como, mejorar la calidad de vida de la población involucradas en la cuenca atmosférica de San Martín.

Este Plan de acción reconoce la necesidad de contribuir a la mejora y/o preservación del estado de calidad del aire en la cuenca atmosférica de San Martín, mediante la implementación de medidas y acciones necesarias a fin de cumplir con los estándares primarios de la calidad del aire en un plazo de cinco (05) años.

Como se puede observar existen normativas donde señalan la importancia de mejorar la calidad de aire en el Departamento de San Martín, es por ello que se ha determinado realizar este estudio para determinar el “Índice de la Calidad de Aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de Material Particulado 2.5 microgramos 2016”.

1.3 Presuposición Filosófica

El presente trabajo de investigación tiene la intención de dar a conocer que Dios nos entregó esta tierra con el único propósito de administrarla y cuidarla, ya que es su creación. Así mismo otro de los propósitos del mismo es dar a conocer cuál es el resultado de la contaminación del material particulado de 2.5 que existe en la ciudad de Morales para poder dar las recomendaciones y poder cuidar la salud de las personas y el medio ambiente.

En Salmos 24:1 menciona que: de Jehová es la tierra y su plenitud, el mundo y los que en él habitan, es por ello que debemos cuidar lo que Dios nos ha prestado.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar el índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de Material Particulado 2.5 microgramos 2016.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar el nivel de riesgo de acuerdo al índice de la calidad de aire por la concentración de material particulado menores de 2.5 microgramos, monitoreado en el Distrito de Morales.

Determinar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM) del índice de la calidad de aire por la concentración de material particulado menores de 2.5 microgramos, monitoreado en el Distrito de Morales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

De acuerdo a la investigación Evaluación del grado de contaminación del aire en el centro de Lima realizada por Jeronimo & Jessica (2008) , las concentraciones de los contaminantes de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ muestran comportamiento diferentes en las horas de ocurrencia de las máximas bimodales, las de PM_{10} llegan a superar el valor límite indicado en el ECA nacional ($150 \mu g/m^3$) y el $PM_{2.5}$ al valor referencial ($65 \mu g/m^3$).

Estudios realizados por Echeverri & Maya (2008) titulada “Relación entre las partículas finas ($PM_{2.5}$) respirables (PM_{10}) en la ciudad de Medellín”, presentaron concentraciones de PM_{10} encontradas durante el período de medición en los diferentes puntos de muestreo cumplen con la norma diaria de calidad del aire ($150 \mu g/m^3$). La mayoría de las concentraciones de $PM_{2.5}$ encontradas durante el período de medición en los diferentes puntos de muestreo cumplen con la norma diaria de calidad del aire ($65 \mu g/m^3$). Sólo dos (2) sitios de muestreo presentaron un día con concentraciones por encima de la norma diaria de calidad del aire.

Según el artículo presentado por Perez Carpio (2015) índice de la calidad de aire y la concentración de material particulado basado en el Decreto Supremo N.º 074-2001 PCM - Distrito de Morales Departamento de San Martín Perú se obtuvieron resultados por debajo de la normativa con un valor de $51.25 \mu g/m^3$ encontrándose por debajo de la normativa de los $150 \mu g/m^3$ establecido por la norma nacional de calidad de aire de acuerdo al D.S N.º 074-2001 PCM y también han sido comparados con el índice de calidad de aire, teniendo como resultado el nivel de riesgo de color amarillo cuya calificación es regular.

Según el Ministerio del Ambiente Perú, (2015) según la R.M 307 – 2015 MINAN en el Plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención prioritaria de la cuenca atmosférica de San Martín en el 2013 se realizó el monitoreo de calidad de aire de $PM_{2.5}$ tal como se muestra en la siguiente tabla de estudio.

Tabla 1. Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire- ZAP San Martín (2013)

Resultados Monitoreo de Calidad de Aire					
Estación de Monitoreo	Fecha de Monitoreo	PM 10 (ug/m ³)	Dióxido de Nitrógeno (ug/m ³)	Dióxido de Azufre (ug/m ³)	PM 2.5 (ug/m ³)
E1 Municipalidad Distrital de la Banda de Shilcayo	18 – 19/1/13	41.36	17.8	7.31	---
	19 – 20/11/13	---	7.75	13.54	21.63
	20 – 21/1/13	41.90	7.73	9.41	16.88
E2 Complejo Policial 6 de Diciembre	18 – 19/1/13	85.45	40.51	7.10	11.24
	19 – 20/1/13	68.42	64.84	8.81	13.73
	20 – 21/1/13	128.32	37.37	5.08	12.06
E3 Municipalidad Distrital de Morales	18 – 19/1/13	30.88	23.31	4.29	12.91
	19 – 20/1/13	27.30	47.38	---	---
	20 – 21/1	36.11	24.82	6.46	16.24

ECA para Aire	150 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾	20 ⁽²⁾	25 ⁽²⁾
			80	50

⁽¹⁾D.S N° 074 – 2001 PCM

⁽²⁾D.S N° 003-2008 MINAM

Fuente: MINAM, Dirección General de Calidad Ambiental

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Ubicación Geográfica

Según el plan de desarrollo de concertación del Distrito de Morales elaborado por la Municipalidad Distrital de Morales (2014) describe que el distrito de Morales se encuentra ubicado en la Selva Alta de la Amazonía Peruana, en la jurisdicción del Departamento de San Martín, comprende una superficie total estimada en 43.91 km hectáreas, ocupado aproximadamente por 23,561 habitantes. Sus coordenadas geográficas son Latitud Sur 6° 36' 15" y Latitud Oeste 76° 10' 30'. En el ámbito general, el relieve abarca una planicie que se dedica a cultivos perennes, especialmente el arroz y plátano que están en constante riego, a través del canal proveniente del río Cumbaza, y también cuenta con un relieve de áreas de terreno firme no inundables con drenaje natural efectuado por el río Cumbaza aguas arriba.

Límites:

El distrito de Morales, tiene sus límites con los siguientes Distritos:

Por el Norte: con el Distrito de San Antonio de Cumbaza.

Por el Sur: con el Distrito de Juan Guerra.

Por el Oeste: con el Distrito de Cacatachi.

Por el Suroeste: Con el Distrito de Cuñumbuque.

Por el Este: Con el Distrito de Tarapoto.

2.2.2 Desarrollo urbano

2.2.2.1 Población

El distrito de Morales tiene una población al año 2012 de 27,371 habitantes, con una densidad del orden de 535,5% habitantes/km², la tasa de crecimiento es de 3,7 %, representando el 15.2% a nivel de la provincia de San Martín, de los cuales 14,261 son hombres y 13,110 son mujeres de acuerdo al estudio realizado por Según el plan de desarrollo de concertación del Distrito de Morales elaborado por la Municipalidad Distrital de Morales(2014).

Tabla 2. Población del Distrito de Morales 2012 – 2015

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
	Total	Hombre	Mujer									
SAN MARTÍN	179,184	95,041	84,143	181,946	96,542	85,404	184,662	98,020	86,642	187,320	99,462	87,858
Tarapoto	72,325	37,079	35,246	72,615	37,238	35,377	72,846	37,364	35,482	73,015	37,456	35,559
Alberto Leveau	742	410	332	719	396	323	696	3	313	673	369	304
Cacatachi	3,242	1,785	1,457	3,273	1,806	1,467	3,302	1,825	1,477	3,327	1,842	1,485
Chazuta	8,429	7	3,802	9	4,571	3,758	8,223	4,512	3,711	8,111	4,449	3,662
Chipurana	1,856	1,038	818	1,837	1,027	810	1,816	1,015	801	1,794	1,002	792
EL Porvenir	2,471	1,444	1,027	2,545	1,490	1,055	2,618	1,536	1,082	2,692	3	1,109
Huimbayoc	3,841	2,103	1,738	3,707	2,022	1,685	3,575	1,943	1,632	3,444	1,865	1,579
Juan Guerra	3,215	1,793	1,422	3,185	1,780	1,405	3,152	1,765	1,387	3,117	1,749	1,368
La Banda De												
Shilcayo	36,601	19,375	17,226	38,088	20,171	17,917	39,595	20,978	18,617	41,114	21,790	19,324
Morales	27,371	14,261	13,110	28,025	14,587	13,438	28,669	14,907	13,762	29,302	15,219	14,083
Papaplaya	2,280	1,275	1,005	2,207	1,236	971	2,134	1,198	936	2,062	1,160	902
San Antonio	1,409	754	655	1,387	743	644	1,365	732	633	1,340	719	621
Sauce	13,812	8,284	5,528	14,472	8,684	5,788	15,148	9,093	6,055	15,840	9,512	6,328
Shapaja	1,590	813	777	1,557	791	766	1,523	769	754	1,489	747	742

Fuente: INEI - Perú: Estimaciones y Proyecciones de población total y por sexo de las ciudades principales, 2000-2015.

2.2.3 Transporte, Industria y Comercio

2.2.3.1 Transporte

Según la R.M N° 307 – 2015 MINAN, elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2015) el distrito de Morales, con su capital Morales, donde está instalada su palacio Municipal se encuentra a 03 kilómetros del distrito Capital de la Provincia de San Martín, Tarapoto y a 120 kilómetros de la ciudad capital del departamento, Moyobamba. El Distrito cuenta con carreteras asfaltadas de acceso a las principales ciudades como Tarapoto y Moyobamba y carreteras carrózales que son las vías de acceso a los demás centros poblados. El parque automotor de la zona de atención priorizada al año 2012 fue de 27000 vehículos de transporte terrestre de los cuales 5885 corresponden a las categorías M y N (autos, station wagon, camionetas, micro-bus, camión y semi-trayler), de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo N° 058-2003-MTC) y 23000 vehículos pertenecen a la Categoría L (mototaxis y motos lineales), cifra bastante alta, debido a que en el caso de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo, por sus características geográficas el transporte público y privado se realiza en forma masiva en vehículos menores (motos lineales y mototaxi o motocar).

Tabla 3. Vehículos de Transporte en la Zona de Atención Prioritaria de la Cuenca Atmosférica de San Martín.

Clase	Modelo	Cantidad
Categoría L		23000
Motocarro	Pasajeros / Carga	11000
Moto Lineal	Varios	12000
Categoría M y N		4000
Auto	Varios	1200
Station Wagon	Varios	1100
Camionetas	Pick Up	510
	Rural /Combi	461
Micro Bus	2E	150
Camión	2E, 3E	460
Semi Trayler	2S1/2S2	120

Fuente: Municipalidad Provincial de San Martín - 2012. Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones.

2.2.4 Industria y Comercio

2.2.4.1 Industria

Según el plan de acción para la mejora de la calidad de aire en la cuenca atmosférica de la ciudad Tarapoto elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) manifiesta que las políticas regionales y nacionales de fomento a las agro-exportaciones, la culminación del eje vial IIRSA Norte, la inversión público privado en infraestructura productiva y el nivel de organización de los productores por el constante desarrollo de capacidades a las organizaciones de café, cacao, ganadería, piñón, palma aceitera, palmito, desde los eslabones de producción fueron los factores que han generado un crecimiento acelerado de la agroindustria en estos dos últimos años, la cual se concentra en un 92% en la ciudad de Tarapoto tal como se muestra a continuación:

Tabla 4. Distribución de las Industrias en la Provincia de San Martín

Distrito	N° de Empresas/Microindustrias			Total	%
	Industrias	Agroindustria	Otros		
Tarapoto	141	214	105	460	68 %
La Banda de Shilcayo	23	44	13	80	12 %
Morales	29	48	11	88	13 %
Otros	29	24	0	53	8 %
Total	222	302	129	681	

Fuente: Dirección Regional de Producción San Martín (DIREPRO)

2.2.4.2 Comercio

De la misma manera en el plan de acción para la mejora de la calidad de aire en la cuenca atmosférica de la ciudad de Tarapoto elaborado por la (Municipalidad Provincial de San Martín (2011) mencionan que en el distrito de Morales, el 56.92% de empresas se dedican al comercio al por mayor y menor, el 13.12 % de empresas a brindar servicios de alojamiento y comida (restaurantes), el 11.13% de empresas a la industria manufacturera y el 5.99 % de empresas a servicios de información y comunicación.

2.2.5 Geografía y clima

2.2.5.1 Clima

Según el Plan de desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) la temperatura media anual en las ciudades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo es de 33.3° C., el clima predominante de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales es “cálido y semi-seco”, sin exceso de agua durante el año y con una concentración térmica normal en verano.

2.2.5.2 Fisiografía

El Plan de desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) los distritos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales se encuentran asentados fisiográficamente en laderas moderadamente empinadas, presentando ondulaciones y pendientes moderadas, la zona de estudio es relativamente plana, sin embargo existen zonas diferenciadas altitudinalmente, las mismas que generan el discurrimiento acelerado de las aguas pluviales hacia las zonas bajas de la ciudad, generando perjuicios por erosión e inundaciones sobre las viviendas asentadas en los sectores del Barrio Huaico y Aucaloma.

2.2.5.3 Hidrología

Según el Plan de desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) la ciudad de (Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo) se encuentra ubicada en la red hidrográfica de la cuenca del Cumbaza, constituida por el río

Cumbaza, como eje principal, siendo sus afluentes principales por la margen izquierda el río Shilcayo y las quebradas Ahuashiyacu y Pucayacu y por la margen derecha la quebrada Shupishiña

2.2.5.4 Morfología

Según el Plan de desarrollo urbano elaborado por Municipalidad Provincial de San Martín (2011) el área ocupada es de 605.11 has, sin incluir las áreas recreativas. Su superficie es ligeramente plana en la parte central con pendiente suave hacia el río Cumbaza y pendiente media hacia las partes altas (Urb. Baltasar Martínez de Compañón (FONAVI), Barrio San Martín–Universidad). Es una ciudad de trama ortogonal, conformada por la zona central donde se ubica la plaza mayor, el barrio San Martín, los asentamientos humanos: Las Palmeras, Los Andes, A.H. Cumbaza, la Urb. Baltasar Martínez de Compañón, la asociación de vivienda La Planicie, y los recreos ubicados a lo largo de la carretera Fernando Belaúnde Terry. La presencia del río Cumbaza le da un carácter de balneario. Las actividades en general están vinculadas a la agricultura, a los servicios turísticos, la recreación y la vida nocturna. El centro y las vías principales están pavimentadas: Av. Salaverry, Av. Perú, sin embargo, la mayor parte de vías son afirmadas con cunetas de tierra.

2.2.5.5 Temperatura

En el Plan de desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) la temperatura en los 03 distritos tiene una media anual de 33.3° C, con máximas que llegan a 38.8° C. La altitud de la zona urbana varía desde los 240 m.s.n.m. hasta los 520 m.s.n.m. El promedio de precipitación anual es de 1,094 mm

2.2.5.6 Precipitación

Según el Plan de desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) el promedio de precipitación pluvial total anual de este tipo climático “cálido y semi-seco”, donde está ubicada la ciudad de Tarapoto, varía entre los 1094 y 1400 mm, con promedio de 1213 mm. En general, las mayores precipitaciones se

presentan entre los meses de Octubre (a veces Setiembre) y abril, siendo siempre Marzo el que registra el valor más elevado.

2.2.6 Aspectos Socio Económico

2.2.6.1 Pobreza

De acuerdo a los estudios realizados en el plan de acción para la mejora de la calidad de aire en la cuenca atmosférica de la ciudad Tarapoto elaborado Municipalidad Provincial de San Martín (2011) afirman que según el mapa de pobreza de FONCODES, el distrito de Morales ubicado en el Quintil 4 (menos pobre) con un 9% de la población sin cobertura de agua, 4% sin desagüe y un 8% sin electricidad.

2.2.7 Calidad de aire

Según infoaire (Ministerio del Ambiente [MINAM, 2017]) menciona que: la calidad del aire se puede conocer a través de mediciones con equipos especializados. Hay muchos factores que afectan la calidad del aire que respiramos como por ejemplo la presencia de sustancias contaminantes como gases o partículas generadas de manera natural o por actividades desarrolladas por el hombre. El crecimiento económico que tiene el país en los últimos años demanda un mayor uso de energía, recursos y servicios por parte de la población e industrias, significando la liberación de contaminantes del aire y gases de efecto invernadero (GEI), que alteran la calidad del aire afectando la salud de la población expuesta, produce daños en el ambiente (flora, fauna y ecosistemas) y el deterioro de bienes como los edificios, monumentos y otras estructuras; es por ello que, en el Perú la calidad del aire se basa en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que establecen niveles objetivo para la presencia de contaminantes en el aire, de modo que al mantenerse bajo estos niveles no representen riesgo a la salud de la población ni al ambiente.

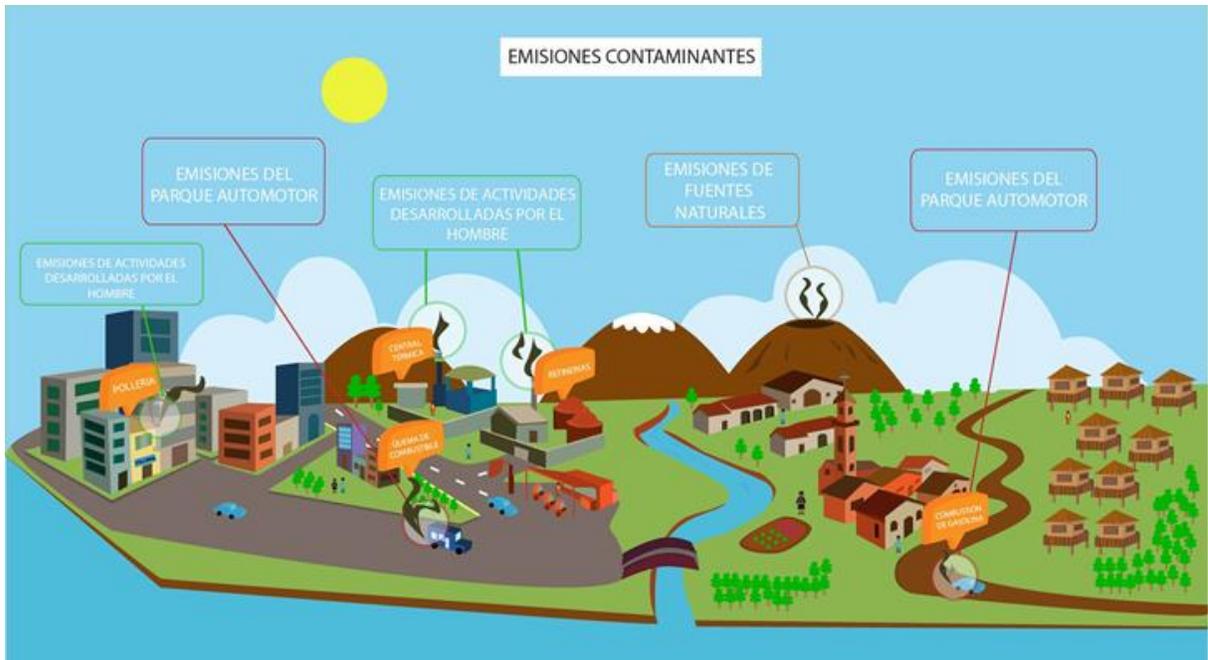


Figura 1. Emisiones de Contaminantes

Fuente: Infoaire Ministerio del Ambiente

2.2.8 Fuentes Contaminantes

Los contaminantes del aire son gases y partículas producidas por el uso de combustibles fósiles como el petróleo y la gasolina por parte del parque automotor y las industrias como las centrales térmicas, fundiciones, refinerías y las actividades de construcción. También hay fuentes naturales como las erupciones volcánicas.

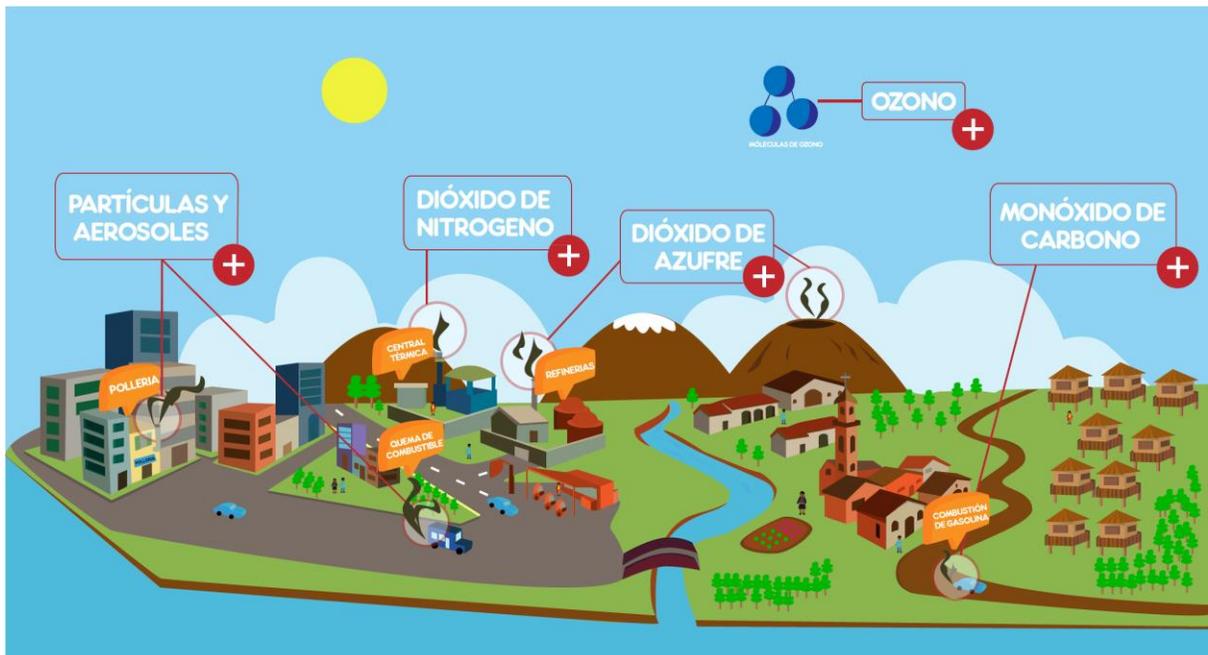


Figura 2. Emisiones de Contaminantes

Fuente: Infoaire Ministerio del Ambiente

2.2.9 Contaminación Atmosférica

Según González et al.(2002) menciona que la contaminación atmosférica es la impurificación de la atmósfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, líquidas o solidas ajenas a su composición natural o en proporción superior a ellas. La contaminación atmosférica puede ser de naturaleza física, química o microbiológica.

2.2.10 Contaminantes Primarios

Gonzales et al.(2002) afirman que cuantitativamente constituyen más del 90% del problema, siendo los mayoritarios los cinco primeros grupos monóxido de carbono, óxidos de nitrógenos, óxido de azufre, hidróxido y partículas.

2.2.11 Contaminante Secundario

Se producen como consecuencia de las trasformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas de los contaminantes primarios.

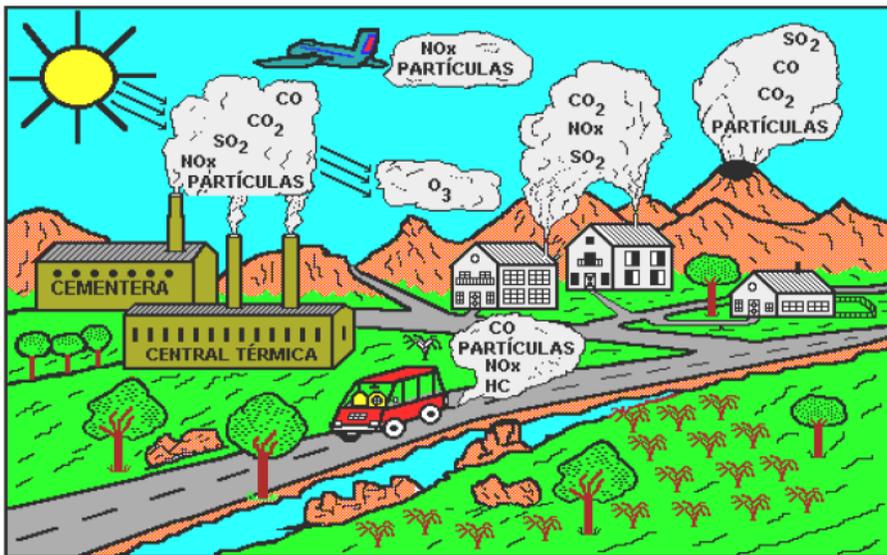


Figura 3.Emisión de Contaminantes Atmosférico
Fuente: Sedding, 2002

2.2.12 . Fuente Natural

Según Gonzales et al. (2002) menciona que la gran mayoría de las especies consideradas como contaminantes de la atmósfera tienen en buena parte un origen natural, siendo estas fuentes las responsables de las cantidades de sustancias existentes en una atmósfera no contaminada antropogénicamente.

2.2.13 . Fuente Antropogénico

De la misma manera Gonzales et al. (2002) afirma que esta contaminación es provocada por las actividades humanas, fundamentalmente el transporte, combustión y los procesos industriales. Con frecuencia se han clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes fija o móvil.

a) Fuentes Móviles: Incluyen los diversos tipos de vehículos de motor utilizados en el transporte.

b) Fuentes Fijas: Se localizan en un punto determinado. Es frecuente a su vez subdividir este último apartado en focos de combustión estacionaria, distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos y otros tipos de foco.

2.2.14 Partículas

El uso de carbón, gas, petróleo, madera en motores, calderas, incineradores y actividades de construcción y elaboración de cemento, libera partículas en la atmósfera menores a 10 micras, 2.5 micras y 1 micra (una millonésima parte de un metro) que al ingresar al sistema respiratorio pueden provocar daños en el tejido pulmonar mortalidad prematura y afectan sobre todo a personas asmáticas y con afecciones cardiacas.

2.2.15 Protocolo de Monitoreo

El monitoreo y la vigilancia de calidad del aire en nuestro país se rige estrictamente por el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA (2005).para estandarizar y asegurar la calidad de los datos (R.D. N° 1404-2005-DIGESA/SA).

2.2.16 Metodología de Calidad de Aire

La información que se presenta en el INFO AIRE PERÚ tiene 2 categorías:

Datos validados:

Son datos validados por los operadores de las estaciones de monitoreo, de acuerdo al Protocolo vigente.

Datos no validados:

Proviene de la información recibida en línea de las estaciones de monitoreo.

2.2.17 Selección de Métodos para Calidad de Aire

De acuerdo al artículo 9° del protocolo de calidad de aire aprobada por DIGESA (2005). La selección de métodos para el monitoreo se realiza de acuerdo a los siguientes criterios:

Selectividad: Indica el grado por el cual un método puede determinar un contaminante sin ser interferido por otros componentes.

Especificidad: Indica el grado de interferencias en la determinación.

Límite de detección: Es la concentración mínima detectable por un sistema de medición

Sensibilidad: Tasa o amplitud de cambio de la lectura del instrumento con respecto a los cambios de los valores característicos de la calidad del aire.

Exactitud: Grado de acuerdo o semejanza entre el valor verdadero y el valor medio o medido.

Precisión: Grado de acuerdo o semejanza entre los resultados de una serie de mediciones aplicando un método bajo condiciones predeterminadas y el valor medio de las observaciones.

Calibración del instrumento: Disponibilidad de gases de calibración en el mercado (estándares primarios) y a su aplicación en el sistema de muestreo, así como a la necesidad de la frecuencia de su uso.

Gases de calibración: Gases primarios o secundarios

Tiempo de respuesta del instrumento: Corresponde al tiempo necesario para que el monitor responda a una señal dada, o sea el periodo transcurrido desde la entrada del contaminante al instrumento de medición hasta la emisión del valor de la medición.

2.2.18 Descripción de Métodos

Tomando en cuenta las Guías de Calidad del Aire de la Organización mundial de la salud (2006) los métodos de monitoreo de calidad del aire se dividen en 4 grupos:

2.2.18.1 Muestreadores Pasivos

Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes).

2.2.18.2 Muestreadores Activos

Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector –como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis

Analizadores automáticos

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterios (SO₂, NO₂, CO, MP), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección.

2.2.19 Sensores remotos

Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada

2.2.20 Zonas de Atención Priorizadas

Según la Resolución Ministerial N° 307-2015 elaborado por el Ministerio del Ambiente Perú (2015) y según la resolución del Ministerio N° 339-2012 menciona que la ciudad de Tarapoto ha sido considerado dentro de los dieciochos (18) nuevas zonas de atención prioritaria en las cuales se evaluará y formulará los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire, de la misma manera las zonas de atención son establecidas considerando características que justifiquen su priorización como: una alta densidad poblacional por hectárea, poblaciones mayores a 250.000, presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire como la actividad industrial, la actividad comercial y el tamaño del parque automotor, también se toma en cuenta la incidencia de enfermedades respiratorias con respecto al promedio nacional.



Figura 4. Zona de atención Prioritaria de Calidad de aire

Fuente: Área de Gestión de la calidad del Aire – MINAM

2.2.21 Efectos en la salud

Poma, (2012) en la investigación realizada en la tesis menciona que la Organización Mundial de la Salud señala que las partículas más finas causan daños según el tiempo de exposición y la concentración del agente contaminante. Las personas que presentan enfermedades respiratorias, el corazón, asma, obstrucción pulmonar crónica, congestiones cardíacas; expuestos a material particulado tienen riesgo de incrementar el agravamiento de cuadros clínicos. Las personas de edad avanzada son sensibles a la exposición de estos agentes contaminantes, pudiendo presentar alteraciones de la función cardíaca. También menciona que las personas que presentan enfermedades de los pulmones o el corazón, tales como asma, obstrucción pulmonar crónica, congestiones cardíacas o similares. Niños, ancianos y mujeres embarazadas, también están expuestos al aumento de morbilidad respiratoria, disminución en la función pulmonar Interferencia en mecanismos de defensa pulmonar: fagocitosis y depuración mucociliar síndrome bronquial obstructivo.

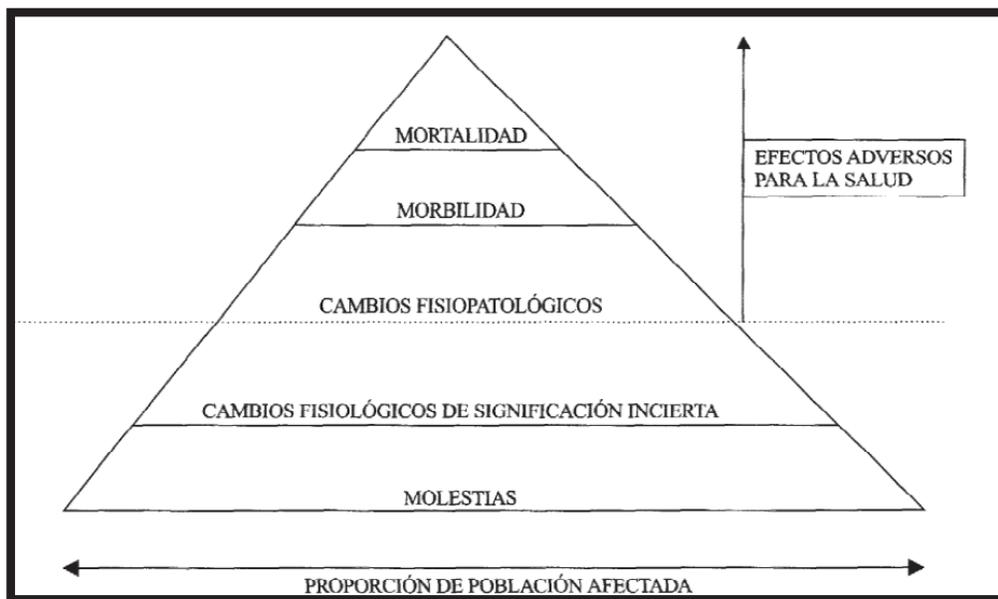


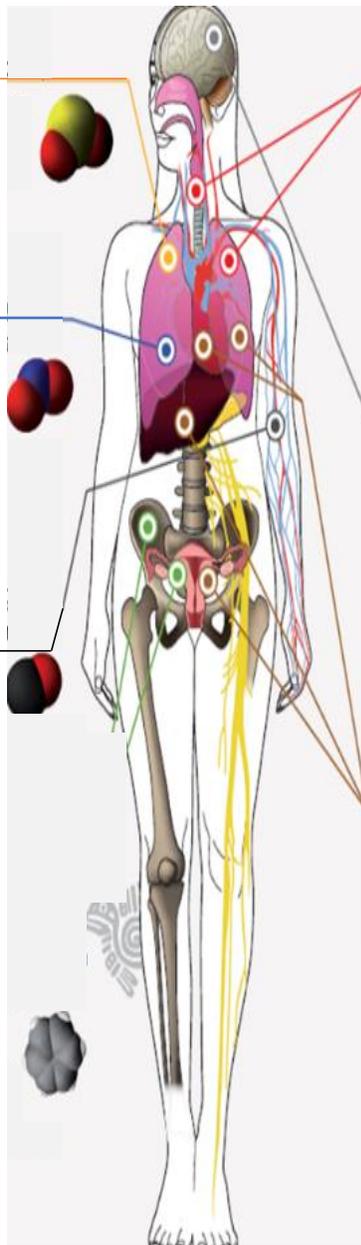
Figura 5. Representación de los diferentes efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud.

Fuente: Ballester, Tenías y Pérez-Hoyos (1999)

SO₂: Causa broncoconstricción, bronquitis y traqueítis, agrava enfermedades respiratoria y cardiovasculares existentes.

NO₂: Irrita las vías respiratorias, causa bronquitis y pulmonía, reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones.

CO: Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células. Provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconciencia e inclusive la muerte.



O₃: Irrita el sistema respiratorio. Reduce la función pulmonar, agrava el asma, inflama y daña las células que recubren

Pb: Causa retraso en el aprendizaje y alteraciones de la conducta.

PM10: Agrava el asma, favorece las enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

PM2.5: Ingresa a la región más profunda del sistema respiratorio, agrava el asma, reduce la función pulmonar. En las mujeres embarazadas puede ocasionar disminución del tamaño del feto, y una vez nacido, reducción de la función pulmonar.

Figura 6. Efectos de los contaminantes del aire en la salud.

Fuente: Sistema de monitoreo atmosférico México 2010

2.2.22 Efectos sobre el Medio Ambiente

Según el trabajo de investigación de Julio Saavedra, (2014) la contaminación del aire tiene efectos perjudiciales sobre casi todas las fases de nuestra vida. Además de los efectos sobre la salud existen otros efectos secundarios sobre la vegetación, suelo, agua y materiales hechos por el hombre.

De la misma manera, Israel & Bohórquez, (2012) menciona que Los contaminantes más importantes en calidad de agentes corrosivos son el azufre y los compuestos nitrogenados. Ha quedado claramente demostrado que los contaminantes incrementan el proceso natural de corrosión de varios materiales metálicos, aun así hasta ahora ha sido difícil cuantificar la contribución directa de contaminantes individuales diferentes del dióxido de azufre (SO₂) en el proceso de meteorización.

2.2.23 Material Particulado PM_{2.5}

Partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5} ($\leq 2.5 \mu\text{m}$). Son partículas de diámetro aerodinámico equivalente o menor a $2.5 \mu\text{m}$. Representan un mayor riesgo para la salud humana, puede ser un factor de muerte prematura en la población Montes, (2011).

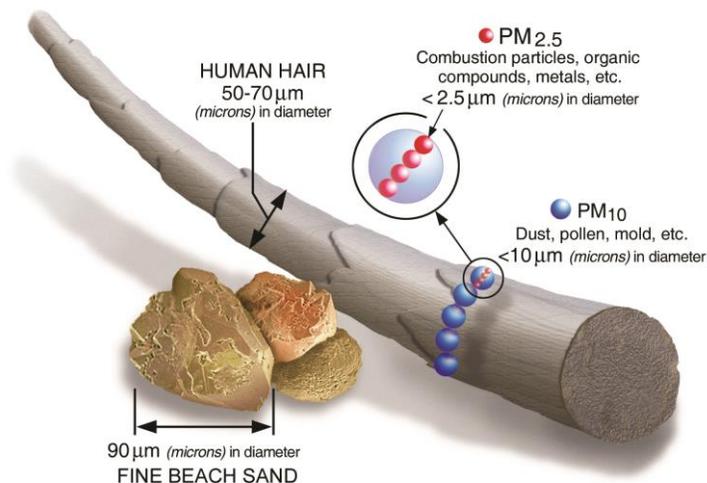


Figura 7. Clasificación del material particulado en la atmósfera urbana.

Fuente: www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics

Según Poma (2012) las partículas $PM_{2.5}$ ingresan con mayor facilidad a los pulmones, son partículas muchísimo más pequeñas que la pelusa que vemos a la luz del sol y pueden llegar al torrente sanguíneo. Las fuentes de partículas finas incluyen la combustión en vehículos, generadores, quema de madera, procesos industriales; las partículas entre 2.5 y 10 micrómetros de diámetro tienen su origen en polvos que se levantan en las vías de tránsito no pavimentados; las partículas finas pueden acumularse en el sistema respiratorio; la exposición a partículas gruesas puede agravar el asma y bronquitis crónica, mientras que el material fino asociarse con efectos graves. También menciona que las partículas menores a 2.5 microgramos a pesar de que no son medidas en muchas ciudades, las partículas en suspensión de menos de 2,5 micras ($PM_{2.5}$) parecen ser un mejor indicador de la contaminación urbana que las que se venían utilizando hasta ahora, las PM_{10} . Esto es debido a que, por un lado, su origen es antropogénico en una alta proporción, puesto que las $PM_{2.5}$ en buena medida provienen de las emisiones de los vehículos diesel en la ciudad. Por otro lado, los efectos que tienen sobre nuestra salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias.



Figura 8. Equipo Hivol $PM_{2.5}$

Fuente: www.ohdsa.com/calidad_de_aire_ambiental_pts_pm10_pm25.html

2.2.24 Legislación Ambiental

“Constitución Política del Perú”

Que, el numeral 22 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

“Ley General del Ambiente”

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley Nº 28611- Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente Decreto Legislativo Nº 1013

Su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, estableciendo el literal d) de su artículo 7º como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiéndose aprobar mediante Decreto Supremo.

“Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire Nº 003-2008-MINAM”

Que, tomando en consideración las nuevas evidencias halladas por la Organización Mundial de la Salud resulta necesario aprobar nuevos Estándares de Calidad Ambiental de Aire para el Dióxido Azufre, los mismos que entrarán en vigencia a partir del primero de enero del 2009, así como establecer Estándares Ambientales de Calidad de Aire para Benceno, Hidrocarburos Totales, Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras e Hidrógeno Sulfurado.

Tabla 5. Estándar de calidad ambiental para, material particulado con diámetro menor a 2,5 micras

Parámetro	Periodo	Valor	Vigencia	Formato	Método
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras.	24 horas	50 µg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Separación inercial filtración (gravimetría)
	24 horas	25 µg/m ³	1 de enero de 2014	Media aritmética	Separación inercial filtración (gravimetría)

Fuente: [www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-003-2008-MINAM-](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-003-2008-MINAM-Est%C3%A1ndares-de-Calidad-Ambiental-para-Aire.pdf)

[Est%C3%A1ndares-de-Calidad-Ambiental-para-Aire.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-003-2008-MINAM-Est%C3%A1ndares-de-Calidad-Ambiental-para-Aire.pdf)

Índice de calidad del aire Resolución Ministerial 181 – 2016 MIMAM

El Índice de Calidad del Aire (INCA) es un indicador que brinda información del estado de la calidad del aire de una determinada zona. Presenta la información relacionada a la calidad del aire en números y colores facilitando que las personas tomen conocimiento de los niveles de exposición a determinados contaminantes Ministerio del Ambiente Perú (2016).

Tabla 6. Índice de Calidad del Aire por contaminante

Material Particulado (PM _{2.5}) Promedio 24 Horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentración	Ecuación
0 - 50	0 – 12.5	
51 – 100	12.6 - 25	$I (PM_{2.5}) = [PM_{2.5}] * 100/25$
101 - 500	25.1 - 125	
>500	>125	

Fuente: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

Tabla 7. Índice de Calidad del Aire corresponde a los diferentes niveles de cuidado

Calificación	Cuidado	Referencia
Buena	La calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud.	La calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	Las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.	La calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos sensibles.
Mala	Las personas de los grupos sensibles podrían experimentar daños a la salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atentos a los informes de calidad de aire evitar realizar ejercicios y actividades al aire libre.
Umbral de Cuidado	La concentración de contaminantes puede causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en miembros de grupos sensibles tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias obstructivas, crónicas y cardiovasculares.	Reportar a DIGESA del Ministerio de Salud para que declare los niveles de estado de alerta de acuerdo al decreto N° 009 – 2003 SA y su modificatoria D.S N° 012 – 2005 SA.

Fuente: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

Protocolo de monitoreo de calidad de aire y Gestión de los Datos

El presente documento es el primer protocolo de monitoreo de la calidad del aire que la DIGESA ha elaborado para la estandarización y el aseguramiento de la calidad del monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos que se realicen en el país.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de investigación

3.1.1 Enfoque

Esta investigación es cuantitativo según señalado por Roberto Hernandez Sampieri, Collado, & Baptista, (2010) lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural,, para posteriormente analizarlos

3.1.2 Diseño

El presente estudio tiene un enfoque de tipo no experimental, descriptivo correlacional, de corte transeccional o trasversal cet al., (2010).

3.2 Formulación de hipótesis

3.2.1 Hipótesis General

H1= La contaminación del índice de la calidad del aire en el Distrito de Morales incide debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos 2016.

3.2.2 Hipótesis Específica

H2= La contaminación del índice de la calidad del aire en el distrito de Morales incide en el nivel de riesgo de acuerdo al índice de la calidad de aire por la concentración de material particulado menores de 2.5 microgramos 2016.

H3= La contaminación del índice de la calidad del aire en el distrito de Morales incide en el Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM) de material particulado menores de 2.5 microgramos 2016.

3.3. Identificación de variables

Causa \longrightarrow Efecto

3.3.1 Variable Independiente

Calidad del aire

Dimensión

X = Partículas menores a 2.5

3.3.2 Variable dependiente

Y = Índice de calidad del aire

Dimensión

Niveles de riesgo del ICA

Niveles de referencia del ECA

Ámbito de Estudio

La investigación es exclusivamente en el Alfonso Ugarte y Jr. Victoria Vásquez del distrito de Morales, provincia de San Martín.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En esta investigación tendrá una sola población, la cual el Distrito de Morales tiene una población al año 2012 de 27,371 habitantes de acuerdo al último censo por el INEIA (2007), Pm 2.5 presente en la atmósfera de Morales.

3.4.2 Muestra

La muestra del tipo no probabilístico, la elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de las consideraciones del investigador, los monitoreos se realizó en Alfonso Ugarte y Jr. Victoria Vásquez en periodo de 4 días por 24 horas

Tabla 8. Puntos de monitoreos de calidad de aire

Punto	Distrito	Dirección	Coordenadas	
			Norte	Sur
P1	Morales	Jr. Alfonso Ugarte	347106	9283684
P2	Morales	Jr. Victoria Vásquez	347065	9283306

Fuente: Propia

3.5 Instrumento del monitoreo de pm2.5

3.5.1 Materiales y Equipos

Materiales

Los equipos y materiales que se utilizaran en el monitoreo se detallan a continuación:

Tabla 9. Materiales y equipos para monitoreo de Calidad de aire

Equipos	Unidad	Cantidad
Hi Vol PM2.5	Unid	1
Anemómetro	Unid	1
Brújula	Unid	1
Higrómetro	Unid	1
Estufa	Unid	1
Desecador	Unid	1
Balanza analítica	Unid	1
Materiales		
Filtro de cuarzo	Unid	10
Guantes	Caja	100
Pinzas	Unid	1
Útiles de escritorio	Unid	1

Elaboración: Propia

3.6 Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de datos

3.6.1 Monitoreo de la calidad del aire

La información generada permite localizar áreas problemáticas, de no contar con ellas se puede diseñar estudios de sondeo para proporcionar información sobre los problemas de contaminación en la localidad DIGESA, (2005).

3.6.2 Determinación del número de sitios de medición

Se han considerados la determinación del número de sitios de medición tal como señala el protocolo de calidad de aire y gestión de datos elaborado por DIGESA (2005).

- Se ha considerado la cantidad de población que habita en el área que se pretende monitorear.
- Se ha considerado la problemática existente en el área que se define en base al tipo de zonas que conforma esa área y los resultados obtenidos de los factores y consideraciones para elegir localizaciones de zonas de muestreo.
- Se ha considerado los recursos económicos, humanos y tecnológicos disponibles.
En función de la población la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un criterio para establecer un número promedio de estaciones de muestreo de calidad de aire que dependen del parámetro que se pretenda medir. Estos criterios se resumen en el siguiente cuadro:

Población urbana (millones)	Parámetros de monitoreo					
	PM-10	SO ₂	NO _x	Oxidantes	CO	Meteorológicos ¹
Menos de 1	2	4	1	1	1	1
1 – 4	5	5	2	2	2	2

Figura 9. Recomendaciones de número mínimo de estaciones

Fuente: Protocolo de calidad de aire DIGESA

3.6.3 Monitoreo de PM 2.5 Hivol

Para un muestreo exacto de las partículas suspendidas, el muestreador PM_{2.5} de bajo volumen es un método de referencia designado por la EPA. El equipo muestreador PM_{2.5} de bajo Volumen (Hi- Vol) consta básicamente de una bomba de vacío, marco de sujeción del filtro, adaptador de marco, controlador volumétrico de flujo (que ajusta un caudal constante durante el período de toma de muestra) y un controlador de tiempo. En este método de muestreo el aire es obligado a pasar por un filtro de baja resistencia, con un bajo flujo. La entrada al ducto y el medio de colección miden aproximadamente 25-30 cm. Es muy importante la calibración del dispositivo para medir el flujo y el acondicionamiento del filtro antes y después de la colección de partículas. El procedimiento de acondicionamiento consiste en equilibrarlo a condiciones estables de temperatura y humedad relativa antes de pesarlos. La concentración de partículas se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y el total del flujo de aire.

3.6.4 Método de Recolección de Datos

Según Roberto Hernandez Sampieri et al. (2010) menciona que la recolección de datos implica tres niveles.

- a) Seleccionar un instrumento o método de recolección de datos, el cual debe ser validado o confiable.
- b) En esta investigación se utilizará como instrumento un equipo PM 2.5 Hivol que mediará la concentración de material particulado menores a 2.5 microgramos y se usaran normativas nacionales e internacionales para comparar el nivel de referencia de la concentración. Se considera también factores meteorológicos tales como velocidad y dirección del viento, temperatura, porcentaje de humedad, que serán medidos con un anemómetro.
- c) Todas las mediciones serán registradas en los formatos establecidos según la normativa y el protocolo de calidad de aire establecido por la dirección general de salud ambiental, los resultados obtenidos del material particulado serán analizados en el laboratorio de la EP de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión – Tarapoto siguiendo el protocolo tal como indican la normativa.

d) La concentración del material particulado serán calculado siguiendo los siguientes procedimientos:

- Analizar el peso inicial y final del filtro
- Calcular el caudal
- Calcular la concentración PM_{2.5}

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos de campo

3.7.1 Instrumentos

Los instrumentos que se han utilizado para el monitoreo y análisis de calidad de aire PM_{2.5} son:

3.7.2 Monitoreo

- PM_{2.5}
- Kit de Calibración
- Manómetro
- Filtro de cuarzo
- Anemómetro
- Higrómetro
- Formato de campo
- Brújula
- Barómetro
- EPPs

3.7.3 Análisis

- Filtro de teflón o fibra de vidrio
- Cajas Petri
- Estufa
- Microbalanza Analítica
- Fluómetro

3.8 Equipos de monitoreo

3.8.1 PM_{2.5}

Para un muestreo exacto de las partículas suspendidas, el muestreador PM_{2.5} de Alto Volumen es un método de referencia designado por la EPA y excede las especificaciones de la EPA para realizar la medición de PM_{2.5} en el aire ambiente. Los muestreadores PM_{2.5} de Alto Volumen están disponibles con controladores de flujo másico o de flujo volumétrico, así con motores con o sin escobillas.



Figura 10. PM_{2.5} Hi-Vol

Fuente: www.ohdsa.com/calidad_de_aire_ambiental_pts_pm10_pm25.html

3.8.2 Anemómetro

El anemómetro mide la velocidad, el flujo, la temperatura y la humedad del aire. Es ideal para realizar mediciones puntuales en las salidas de aire.



Figura 11. Anemómetro Digital

Fuente: www.armotec.pe/

El Termohigrómetro mide parámetros de medición: Temperatura y Humedad



Figura 12. Termohigrometro Digital

Fuente: www.armotec.pe/

3.8.4 Brújula

Instrumente que permite orientar cualquier dirección.



Figura 13. Brújula Profesional

Fuente: www.armotec.pe/

3.9 Equipos de análisis

3.9.1 Balanza

Está diseñada para un pesaje rutinario básico en una variedad de laboratorios y aplicaciones industriales y educativas.



Figura 14. Balanza Digital

Fuente: www.reles.com.pe/productos.html

3.9.2 Estufa

Equipo ideal para secado perfecto para un gran número de aplicaciones científicas e industriales.



Figura 15. Estufa Digital

Fuente: www.reles.com.pe/productos.html

3.9.3 Filtro

Este filtro posee un código de laboratorio, a su vez tiene un peso inicial, que sirve para determinar el peso de material particulado total acumulado en el filtro después de captar partículas durante 24 horas.



Figura 16. Filtro de cuarzo

Fuente: www.klepel.ch/2010/Web/klepel/productos

3.10 Procedimiento de monitoreo

3.10.1 Selección de Muestreador activos

Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio; se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector, como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático), durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Los sistemas de muestreo para gases, el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales DIGESA (2005) protocolo de calidad de aire y gestión de datos.

3.10.2 Calibración de Equipos

De la misma manera el protocolo de calidad de aire y gestión de datos elaborado por DIGESA (2005) menciona que la calibración se fundamentó en la posición del sensor que permite una aspiración constante de aire en el rango de 1.02 a 1.24 m³/min a

condiciones actuales o reales. Un caudal de 1.13 m³/min garantiza la separación de partículas menores a 2.5 microgramos.

Por lo tanto la calibración del PM_{2.5} consiste básicamente en una verificación de flujo:

- Al iniciar la fase del muestreo
- Después de cambiar motor
- Cuando cambia el sitio de muestreo
- Periódicamente una vez cada tres meses

La calibración del equipo PM_{2.5} se realiza con un kit de calibración el cual puede ser un juego de platos o un variador de resistencia de flujos.

3.10.3 Técnicas de Recolección de datos

Pasos de Monitoreo en Campo

- Conocer las medidas de Seguridad
- Abrir la carcasa del equipo y fijarla en la parte de atrás.
- Quitar los cuatro tornillos de sujeción del portafiltro.
- Colocar el filtro registrando su peso inicial.
- Ajustar el portafiltro apretando firmemente los tornillos
- Cerrar la carcasa del equipo
- Programar el tiempo para un periodo de 24 horas o anotar la lectura inicial del tiempo
- Prender el equipo
- Tomar la lectura de la presión inicial.
- Una vez finalizado el tiempo retirar el filtro.

Pasos de Análisis en el Laboratorio

- Codificar el filtro con mucho cuidado de que éste no se contamine ni se rompa. Se recomienda confeccionar un portafiltro (No tocar o manipular directamente los filtros).
- Colocar el filtro en la estufa por periodo de 24 horas a 30°C, el filtro se pesa y se almacena durante 24 horas a temperaturas antes indicadas, para eliminar la humedad adquirida por efectos del ambiente.

- Se pesa nuevamente el filtro patrón o de referencia el objetivo es balancear la ganancia o pérdida de la humedad ambiental durante el periodo de muestreo.
- Después de haber llenado la hoja de muestreo, se utiliza la caja Petri para trasladar el filtro al sitio de muestreo.
- Se anota el tiempo final de la medición de 24 horas.
- El filtro expuesto se retira con una pinza se coloca en una caja petri y se etiqueta.
- Se coloca el filtro en la estufa por 24 horas a 30 °C para eliminar la humedad, después se coloca en un desecador por 30 minutos.
- El filtro se pesa tres veces del valor promedio se resta luego el peso del valor promedio.

3.10.4 Cálculo de Concentración de PM2.5

De acuerdo a la normativa nacional de calidad de aire la concentración calcula por diferencia de pesos del filtro antes y después del monitoreo se obtiene una relación entre la masa y el volumen.

Se utilizó la siguiente formula

$$PM_{2.5} = (Pf - Pi) / Q_{real} \times t_{muestreo}$$

Donde:

P_f: Peso final del filtro (µg).

P_i: Peso inicial del filtro (µg).

Q_{real}: Caudal del flujo de aire (m³/min).

T_{muestreo}: Tiempo de muestreo (min).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Material Particulado PM2.5

4.1.1 Monitoreo Meteorológico

Tabla 10. Datos meteorológicos del día del monitoreo

Velocidad del viento m/s			Temperatura °C			Humedad relativa %			Dirección del Viento
Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	
1	1.3	1.7	23	33	31	58	60	62	NW
0.7	2.6	3.0	23	33	32	59	61	64	NW
0.9	1.8	2.0	24	33	34	63	65	67	NNW
1.2	1.6	1.9	22	34	35	64	68	70	NW

Fuente: Propia

4.1.2 Interpretación de Resultados

Como se puede observar la predominancia del viento es del NW al SE con una temperatura máxima de 34 °C y un porcentaje de humedad máxima de 70 % son los datos meteorológicos realizados en los días de monitoreo de calidad de aire.

Según el servicio de meteorología e hidrología del Perú en el mes de octubre del 2016 la predominancia del viento es del NW. Ver Anexo

4.2 Equipo y metodología de Análisis Utilizada

Los monitoreos se han realizado utilizando un Hivol PM 2.5, y los análisis se han realizado de acuerdo a la metodología que señala la normativa nacional D.S 003 – 2008 MINAM, a continuación se menciona las características del equipo utilizado en el monitoreo de calidad de aire.

Tabla 11. Equipo y metodología utilizada

Metodología utilizada	
Método Analítico	Gravimétrico
Norma	EPA
Equipo utilizado	
Marca	TISCH
Modelo	PM 2.5 HIVOL
Componentes	Entrada PM _{2.5} registrador de flujo suspensor de filtro manómetro

Fuente: Propia

Los monitoreos de calidad de aire se han realizado en el Jr. Alfonso Ugarte del distrito de Morales los días el lunes 03, martes 04, miércoles 05, jueves 06 de octubre del 2016 en la siguiente tabla se observa las coordenadas de monitoreos.

Tabla 12. Coordenadas del punto de monitoreo

Punto de Monitoreo del PM _{2.5}		
Lugar: Jr. Alfonso Ugarte		
Coordenadas	N: 347106	S: 9283684

Fuente: Propia

4.3 Resultados del Contaminante PM2.5

Resultado en Jr. Alfonso Ugarte

El monitoreo de calidad de aire se ha realizado en un periodo de 24 horas teniendo en cuenta el protocolo de calidad de aire y gestión de datos elaborado por DIGESA, a continuación se observa las concentraciones obtenidas:

Tabla 13. Cuadro de resultados del contaminante PM2.5

Resultados Obtenidos					Estándar µg/m ³ ⁽¹⁾	INCA
Lugar de Monitoreo: Jr. Alfonso Ugarte						
Fecha y hora de Monitoreo				Concentración 24 horas (*) µg/m ³		
Fecha		Hora				
Inicio	Final	Inicio	Final			
03/10/2016	04/10/2016	7:30 am	7:30 am	12.8		Moderada
04/10/2016	05/10/2016	8:00 am	8:00 am	20.8	25 µg/m	Moderada
05/10/2016	06/10/2016	8:30 am	8:30 am	14.2		Moderada
06/10/2016	07/10/2016	9:30 am	9:30 am	10.7		Buena
Tiempo de monitoreo		24 horas				

(1) Estándares de calidad para Aire N° 003 – 2008 MINAM

(*) Microgramos por metro cúbico de aire corregidos a Condiciones Estándar: 25 °C y 101.325 kPa de presión atmosférica.

Fuente: Propia

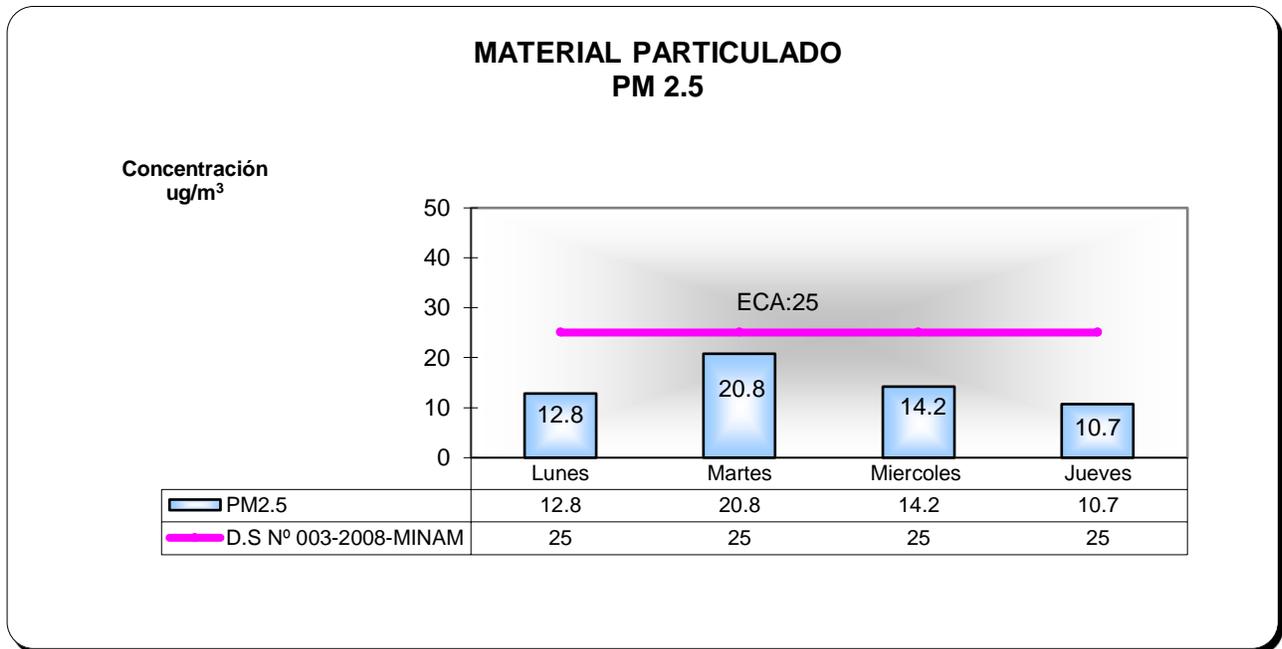


Figura 17. Resultado de Monitoreo de calidad de aire en la Jr. Alfonso Ugarte

Fuente: Elaboración Propia

Los monitoreos de calidad de aire se han realizado en el Jr. Victoria Vásquez del distrito de Morales los días el lunes 03, martes 04, miércoles 05, jueves 06 de octubre del 2016 en la siguiente tabla se observa las coordenadas de monitoreos.

Tabla 14. Coordenadas del punto de monitoreo

Punto de Monitoreo del PM _{2.5}		
Jr. Victoria Vásquez		
Coordenadas	N: 347065	S: 928330

Fuente: Propia

Resultados en Jr. Victoria Vásquez

El monitoreo de calidad de aire se ha realizado en un periodo de 24 horas teniendo en cuenta el protocolo de calidad de aire y gestión de datos elaborado por DIGESA, a continuación se observa las concentraciones obtenidas:

Tabla 15. Cuadro de resultados del contaminante PM_{2.5}

Resultados Obtenidos					INCA
Lugar de Monitoreo: Jr. Victoria Vásquez					
Fecha y hora de Monitoreo		Concentración 24 horas (*) µg/m ₃		Estándar µg/m ³ (1)	
Fecha	Hora	Inicio	Final		
Inicio	Final	Inicio	Final		
10/10/2016	11/10/2016	7:30 am	7:30 am	22.5	Moderada
11/10/2016	12/10/2016	8:00 am	8:00 am	18.4	25 µg/m Moderada
05/10/2016	13/10/2016	8:30 am	8:30 am	19.2	Moderada
13/10/2016	14/10/2016	9:30 am	9:30 am	12.7	Moderada
Tiempo de monitoreo		24 horas			

(1) Estándares de calidad para Aire N° 003 – 2008 MINAM

(*) Microgramos por metro cúbico de aire corregidos a Condiciones Estándar: 25 °C y 101.325 kPa de presión atmosférica.

Fuente: Propia

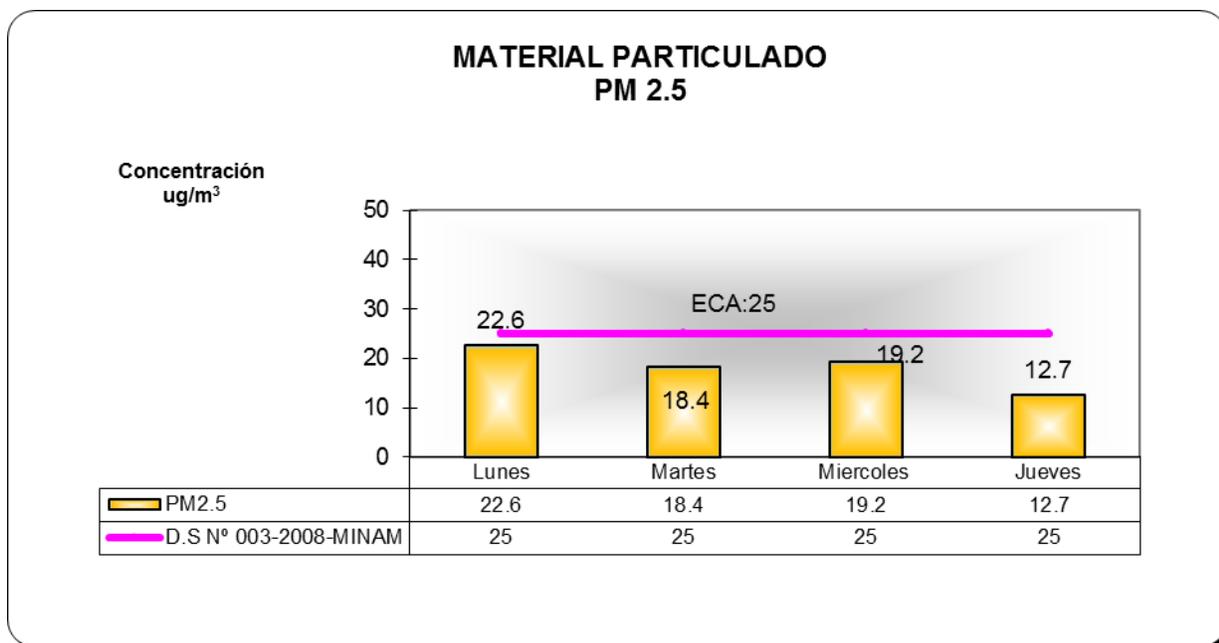


Figura 18. Resultado de Monitoreo de calidad de aire en la Jr. Alfonso Ugarte

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de Resultados

Como se puede observar, la concentración de partículas PM_{2.5} registradas en el punto de monitoreo realizado los días lunes, martes, miércoles y jueves de Octubre del 2016, en el sector Jr. Alfonso Ugarte registraron concentraciones menores al nivel de referencia 25 µg/m³ establecido por la normativa nacional de estándares de calidad de aire D.S N.° 003-2008 MINAM, también se han comparados con el índice de calidad de aire, teniendo como resultado el nivel de riesgo de color amarillo en los tres días de monitoreo y el ultimo día se registró un nivel de riesgo de color verde los que indica una calificación Moderada y buena de la misma manera en el Jr. Victoria Vásquez registraron concentraciones menores al nivel de referencia 25 µg/m³ establecido por la normativa nacional de estándares de calidad de aire D.S N.° 003-2008 MINAM, también se han comparados con el índice de calidad de aire, teniendo como resultado el nivel de riesgo de color amarillo en los cuatro días de monitoreo lo que indica una calificación Moderada se puede interpretar que la calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA, se puede realizar actividades al aire libre y con restricciones para los pobladores sensibles.

4.4 Discusión

En el Plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención prioritaria de la cuenca atmosférica de San Martín en el 2013 se realizó el monitoreo de calidad de aire de PM_{2.5} en el Distrito de Morales teniendo como punto de monitoreo en la Municipalidad del Distrito de Morales registrando valores de 12.91 µg/m³ y 15.24 µg/m³ no excedieron los valores de referencia establecido en la normativa nacional de estándares de calidad de aire D.S N.º 003-2008 MINAM, Ministerio del Ambiente Perú, (2015) según la R.M 307 – 2015 MINAM.

De la misma manera los valores obtenidos en el Sector Jr. Alfonso Ugarte se realizó el monitoreo de material particulado (PM_{2.5}) los días 03, 04, 05 y 06 de octubre del 2016 se obtuvieron concentraciones (12.8 µg/m³, 20.8 µg/m³, 14.2 µg/m³, 10.7 µg/m³) y en el sector Jr. Victoria Vásquez se realizó los monitoreos de calidad los días 10, 11, 12, 13 de octubre 2016 se obtuvieron concentraciones (22.5 µg/m³, 18.4 µg/m³, 19.2 µg/m³, 12.7 µg/m³) han registrado valores inferiores a la normativa nacional D.S N.º 003-2008 MINAM.

De acuerdo a la investigación Evaluación del grado de contaminación del aire en el centro de Lima realizada por Jeronimo & Jessica (2008), las concentraciones de los contaminantes de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} muestran comportamiento diferentes en las horas de ocurrencia de las máximas bimodales, las de PM₁₀ llegan a superar el valor límite indicado en el ECA nacional (150 µg/m³) y el PM_{2.5} al valor referencial (65 µg/m³).

Estudios realizados por Echeverri & Maya (2008) titulada Relación entre las partículas finas (PM_{2.5}) respirables (PM₁₀) en la ciudad de Medellín presentaron concentraciones de PM₁₀ encontradas durante el período de medición en los diferentes puntos de muestreo cumplen con la norma diaria de calidad del aire (150 µg/m³). La mayoría de las concentraciones de PM_{2.5} encontradas durante el período de medición en los diferentes puntos de muestreo cumplen con la norma diaria de calidad del aire

(65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sólo dos (2) sitios de muestreo presentaron un día con concentraciones por encima de la norma diaria de calidad del aire.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Según la R.M 307 2015 MINAM menciona que la zona de atención prioritaria de la cuenca atmosférica de San Martín se ubica en la zona de los distritos de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo, es por ello que se consideró en esta investigación realizar la evaluación de monitoreo de calidad de aire en el distrito de Morales en el Jr. Alfonzo Ugarte y Jr. Victoria Vásquez.

El parámetro monitoreado fue seleccionado de acuerdo a lo indicado en los Estándares de Calidad de Aire D.S N.º 003-2008 MINAM para esta investigación solo se seleccionó el material particulado 2.5 micras, lo cual es uno de los parámetros representativos en cuanto a la calidad de aire en zonas urbanas.

En el Sector Jr. Alfonzo Ugarte se realizó el monitoreo de material particulado ($PM_{2.5}$) los días 03, 04, 05 y 06 de octubre del 2016 se obtuvieron concentraciones ($12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $14.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) estos valores se compararon con los Estándares de Calidad de Aire D.S N.º 003-2008 MINAM ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se encontró que estos valores se encuentran por debajo de la normativa de comparación.

Se han comparado con el índice nacional de calidad de aire correspondiente a los diferentes niveles de cuidado de acuerdo a los valores obtenidos el día 6 de octubre se obtuvo un valor de $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que tiene una calificación buena la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud, los días 03, 04, 05 de octubre se obtuvieron valores ($12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $14.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) representan una calificación moderada la calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos sensibles.

De la misma manera en el sector Jr. Victoria Vásquez se realizó los monitoreos de calidad los días 10, 11, 12, 13 de octubre 2016 se obtuvieron concentraciones ($22.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $19.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) estos valores se compararon con los

Estándares de Calidad de Aire D.S N.º 003-2008 MINAM ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se encontró que estos valores se encuentran por debajo de la normativa de comparación.

Se han comparado con el índice nacional de calidad de aire los valores obtenidos se ha obtenido calificación moderada con una referencia de calidad de aire aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos sensibles.

Continuar con la investigación para conocer cuál es la realidad de calidad de aire en los otros sectores del Distrito de Morales.

La predominancia del viento en los días del monitoreo es del NW al SE con una velocidad del viento de mínima de 0.7 m/s y una velocidad máxima de 3.0 m/s.

5.2 Recomendaciones

Realizar programas de control por parte de nuestras autoridades porque es importante conocer cuál es nivel de riesgo en la salud de los pobladores.

Es importante conocer cuál son los efectos que perjudica en la salud con respecto a enfermedades producidas por material particulado en el Distrito de Morales.

Realizar más estudios para elaborar un mapa de riesgos de contaminación de material particulado $\text{PM}_{2.5}$ en los sectores del distrito de Morales.

Realizar monitoreos de gases de combustión para conocer el nivel de concentración de estos contaminantes y comparar con el índice nacional de calidad de aire.

REFERENCIAS

- airnow. (2014). Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health. Retrieved from <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi#mod>
- Alfonso, P., & Jose, O. (2010). Monitoreo de Material Particulado-Fracción Respirable (PM_{2.5}) En Pamplona, 3, 1–11. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90330201>
- Andrés, M., & Alberto, C. (2011). Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia. *Revista EIA Escuela de Ingeniería Antioquia*, 149 – 162. Retrieved from <http://www.redalyc.org/9081/articulo.oa?id=149222630011>
- DIGESA. Protocolo de calidad de aire y gestión de datos, Pub. L. No. R.D. N° 1404/2005/DIGESA/SA (2005). Lima. Retrieved from http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf
- Echeverri, C., & Maya, G. (2008). RELATION BETWEEN FINE PARTICLES (PM_{2.5}) AND BREATHABLE PARTICLES (PM₁₀) IN MEDELLIN CITY, (12), 23–42. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v7n12/v7n12a03.pdf>
- Gonzales, M. N., Delgado, C. O., Barrenetxea, A. P., Serrano, J. M. A., Blanco, F. J. R., & Vidal. (2002). *contaminacion ambiental* (Paraninfo). España.
- Israel, D., & Bohórquez, M. (2012). *Pontificia universidad católica del Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1763>
- Jeronimo, G., & Jessica, T. (2008). Evaluación del grado de contaminación del aire en el Centro Histórico de Lima, 69(2). Retrieved from <http://revistascientificasunalm.org/index.php/cientificos/article/view/240/69>
- Julio Saavedra. (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular*. Universidad Nacional la Agraria. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1872>
- Ministerio del Ambiente Perú. (2008). Estándares de Calidad Ambiental para Aire Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM. Perú. Retrieved from <http://www.senace.gob.pe/normativa/normas-ambientales-transversales/estandares-de-calidad-ambiental/>

Ministerio del Ambiente Perú. (2012). Resolución Ministerial N° 339 2012 MINAN. Perú. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-339-2012-minam/>

Ministerio del Ambiente Perú. (2015a). Resolución Ministerial N° 307 2015 MINAN. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/11/RM-307-2015-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente Perú. (2015b). Resolución Ministerial N° 307 2015 MINAN Plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención de la zona prioritaria de la cuenca atmosférica San Martín. Perú. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/11/RM-307-2015-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente Perú. Índice de calidad del aire Resolución Ministerial 181 – 2016 MIMAM (2016). Lima. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N°-181-2016-MINAM.pdf>

Montes, C. (2011). *Pronóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de la ciudad de México a través del análisis de las series de tiempo de los componentes del imeca*. Universidad Iberoamericana. Retrieved from <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015419/015419.pdf>

Municipalidad Distrital de, & Morales. (2014). Plan de desarrollo concertado del distrito de Morales 2014-2021, 1–105. Retrieved from http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10376/PLAN_10376_2014_PDC-MORALES_2014_1era_Parte.pdf

Municipalidad Provincial de San Martín. (2011). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tarapoto y los núcleos urbanos de Morales y la Banda de Shilcayo (Diagnóstico y Análisis Urbano). Retrieved from http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION_FINAL_PDU/RESUMEN_EJECUTIVO/Resumen_Ejecutivo.pdf

Municipalidad Provincial de San Martín. (2011). Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Tarapoto (Morales-Tarapoto-La Banda de Shilcayo). Perú. Retrieved from http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION_FINAL_PDU/DIAGNOSTICO_VOL_I/CAPITULO_II.pdf

Organización mundial de la salud. (2006). Guía de calidad de aire de la OMS. Suiza: OMS, 10. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

Perez Carpio, J. (2015). Índice Calidad de aire y la concentración de material particulado basado en el Decreto Supremo N . ° 074-2001 PCM - Distrito de Morales Departamento de San Martín Perú. *Apuntes Universitarios*, 1(074), 17–25.

Poma, J. M. R. (2012). *Modelo de identificación de factores contaminantes atmosféricos críticos en Lima – Callao*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Retrieved from http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3109/1/Rivera_pj.pdf

Roberto Hernandez Sampieri, Collado, C. F., & Baptista, P. L. (2010). *Metodología de la Investigación*. (McGraw-Hill, Ed.) (Quinta edi). México D.F.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibración del PM2.5

VERIFICACIÓN DE SERVICIO DE CALIBRACIÓN

FECHA DE CALIBRACION: 02 de Setiembre del 2016

EQUIPO CALIBRADO: PM 2.5 HIVOL de alto volumen

MARCA: TISCH

PROCEDIMIENTO: EPA Volumétrico

Cálculo de Flujo: 1.32 m³/min



CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN

T(°K)	298.3
P(mmHg)	753

CONSTANTES DE CÁLCULO

b	-0.068311
m	1.2915

MOTOR N°

6

No. ORIFICIO	H REAL (pulg.)	Y H OBS (cm)	X Qa
5	1.7	8.6	0.7
7	2.9	11.3	0.9
10	3.4	12.0	1.0
13	3.9	12.6	1.0
18	4.3	12.6	1.1
FILTRO	3.3	12.8	0.9



Anexo 2. Certificado de Calibración del Anemómetro

INMETRO		ISO/IEC 17025		
Instrumentación y Gestión en Metrología		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		
Área de Metrología		NÚMERO LTI-00068-2016		
Laboratorio de Temperatura		Expediente: N° 00003-IM-2016		
		Página 1 de 2		
Fecha de recepción:	15 de Marzo de 2016	<p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está en la obligación de recibir el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>INMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>		
Objeto de Calibración:	TERMO ANEMOMETRO DIGITAL			
Marca / Fabricante:	TENMARS			
Modelo:	TM-413			
Serie / Código:	131100308 / No indica			
Procedencia:	TAIWAN			
Rango:	0.4 a 45 m/s			
División de Escala:	0.1 m/s, 0.1°C			
Parámetros:	Velocidad, Temperatura.			
Solicitante:	CONSULTORIA Y MONITOREOS AMBIENTALES ANTAMIGREEN E.I.R.L.			
Dirección:	P.L. TOPARA MZA. F LOTE. 10 (LA PLANICIE - COSTA VERDE CASA BLANCO); SAN MARTIN - SAN MARTIN - MORALES.			
Fecha de calibración:	18 de Marzo de 2016	<p>Este certificado de calibración no puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>		
Logar de calibración:	Laboratorio de Temperatura - Área de Metrología Jr. Antonio 200, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima			
Método de calibración:	Por comparación directa con un patrón de velocidad de viento certificado en un medio uniforme velocidad de viento. Comparación con patrones de temperatura certificadas tomando como referencia el procedimiento PC-017 "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales", 1ra Edición, Noviembre 2007, SNM-INDECOPI.			
Condiciones ambientales:				
Temperatura inicial:	23.3 °C		Humedad relativa inicial:	54.3 %
Temperatura final:	22.5 °C		Humedad relativa final:	55.1 %
Sello	Fecha de emisión		Firma/s autorizada/s	
	22 de Marzo de 2016		 Ing. Américo Paucar Cutasima Gerencia del Servicio de Metrología	
<p>ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER REPRODUCIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES, LOS OTROS CASOS CONSTITUYEN INDEBIDAS REPRODUCCIONES QUE INCURRIEN EN LA AUTORIZACIÓN DE SEÑETA</p> <p>ANTSELTYQ Nos. 290 - ZARATE - S.J.L. - Lima 35, Teléfono: (011) 4358600 / Móvil: 2*11986 / PPM: #092907005 / Celular: 995381368 Web: www.inmetrosac.com / e-mail: calibraciones@inmetrosac.com / www.inmetrosac.com / inmetro@inmetrosac.com</p>				

Anexo 3. Informe Meteorológico Octubre 2016

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 9

INFORMACION METEOROLÓGICA

PARA: JULIO RAFAEL GUEVARA REATEGUI
SEGÚN PROFORMA N° 118-DZ-9/2017

ESTACION CO "TARAPOTO"

Latitud : 06° 28'
Longitud : 76° 22'
Altura : 356 msnm

Departamento
Provincia
Distrito

: San Martín
: San Martín
: Tarapoto

OCTUBRE 2016

DIA	TEMPERATURA MINIMA	DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO
1	21.8	SW - 0.7
2	22.6	C - 0.0
3	22.4	W - 0.7
4	22.6	SW - 0.7
5	22.4	SW - 0.7
6	22.2	N - 2.7
7	22.8	NW - 2.7
8	23.6	SW - 0.7
9	22.2	NW - 3.3
10	23.0	C - 0.0
11	22.6	SW - 0.7
12	22.5	W - 0.7
13	22.8	W - 1.3
14	21.8	W - 0.7
15	21.2	C - 0.0
16	21.6	SW - 0.7
17	22.8	N - 2.0
18	21.8	C - 0.0
19	22.2	C - 0.0
20	20.8	SW - 0.7
21	24.6	SW - 1.3
22	23.2	NW - 0.7
23	22.2	NW - 2.0
24	24.0	N - 2.7
25	23.0	NW - 1.3
26	23.4	NW - 2.7
27	24.4	NW - 2.0
28	22.6	C - 0.0
29	18.0	NW - 2.0
30	18.2	SW - 0.7
31	22.0	C - 0.0
PROMEDIO	22.3	SW - 1.1

NOTA: LA PRESENTE INFORMACION METEOROLÓGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPÓSITO DE LA SOLICITUD, QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

Tarapoto, 01 de junio del 2017



Ing. M.Sc. Daniel Enrique Sánchez Laurel
DIRECTOR ZONAL 9
SENAMHI

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

Anexo 4. Hojas de campo para monitoreo de PM_{2.5}

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM _{2.5}			
Nombre del lugar monitoreado:		Sector: Jr. Alfonso Ugarte	
		Coordenadas	
		N: 347106	
		S: 9283684	
Técnico de muestreo:		Julio Rafael Reategui	
Supervisado por:		Ing. Jackson Perez Carpio	
Proyecto:		Índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos 2016	
Fecha: 03 hasta el 06 de Octubre 2016		Hora: 7:30 am	
Estado final del filtro:		Flujo real: 1.32 m ³ /min	
PARÁMETRO:		PM _{2.5}	Pi. Gramos
		Equipo: Hivol	
DATOS	FECHA	HORA	3.0334
Inicial	03/10/2016	7:30 am	
Final	04/10/2016	7:30 am	
DATOS	FECHA	HORA	3.19463
Inicial	04/10/2016	8:00 am	
Final	05/10/2016	8:00 am	
DATOS	FECHA	HORA	3.29386
Inicial	05/10/2016	8:30 am	
Final	06/10/2016	8:30 am	
DATOS	FECHA	HORA	3.49299
Inicial	06/10/2016	9:30 am	
Final	07/10/2016	9:30 am	

Datos adicionales

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM _{2.5}				
Nombre del lugar monitoreado:		Sector: Jr. Victoria Vásquez		
		Coordenadas		
		N: 347065		
		S: 928330		
Técnico de muestreo:		Julio Rafael Reategui		
Supervisado por:		Ing. Jackson Perez Carpio		
Proyecto:		Índice de la calidad de aire en el distrito de morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos 2016		
Fecha: 10 hasta al 14 de Octubre 2016		Hora: 7:30 am		
Estado final del filtro:		Flujo real: 1.32 m ³ /min		
PARÁMETRO:		PM _{2.5}	Pi. Gramos	Equipo: Hivol
DATOS	FECHA	HORA	3.1877	
Inicial	10/10/2016	7:30 am		
Final	11/10/2016	7:30 am		
DATOS	FECHA	HORA	3.38001	
Inicial	11/10/2016	8:00 am		
Final	12/10/2016	8:00 am		
DATOS	FECHA	HORA	3.38142	
Inicial	12/10/2016	8:30 am		
Final	13/10/2016	8:30 am		
DATOS	FECHA	HORA	3.36922	
Inicial	13/10/2016	9:30 am		
Final	14/10/2016	9:30 am		

Datos adicionales

APÉNDICE

Apéndice 1. Cálculo de la concentración de PM2.5 en el Sector Jr. Alfonso Ugarte

Día	Calculo de la Concentración
Primer Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.00954g - 3.0334g)}{1.32 m^3/min \times 1440 min} = 12.8 \mu g/m^3$
Segundo Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.15567g - 3.19463g)}{1.32 m^3/min \times 1440 min} = 20.8 \mu g/m^3$
Tercer Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.26735g - 3.29386g)}{1.32 m^3/min \times 1440 min} = 14.2 \mu g/m^3$
Cuarto Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.49299g - 3.49299g)}{1.32 m^3/min \times 1440 min} = 10.7 \mu g/m^3$

Apéndice 2. Cálculo de la concentración de PM2.5 en el Sector Jr. Victoria Vásquez

Día	Calculo de la Concentración
Primer Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.14538g - 3.18774g)}{1.32 \text{ m}^3/\text{min} \times 1440 \text{ min}} = 22.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Segundo Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.34558g - 3.38001g)}{1.32 \text{ m}^3/\text{min} \times 1440 \text{ min}} = 18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Tercer Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.34547g - 3.38142g)}{1.32 \text{ m}^3/\text{min} \times 1440 \text{ min}} = 19.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cuarto Día	$PM_{2.5} = \frac{(3.34546g - 3.36922g)}{1.32 \text{ m}^3/\text{min} \times 1440 \text{ min}} = 12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Apéndice 3. Fotografía del monitoreo de calidad de Aire



Figura 19. Monitoreo de calidad de aire con el Hivol PM 2.5

Fuente: Propia

Apéndice 4. Fotografía de Medición de Parámetros Meteorológicos Temperatura y % de Humedad

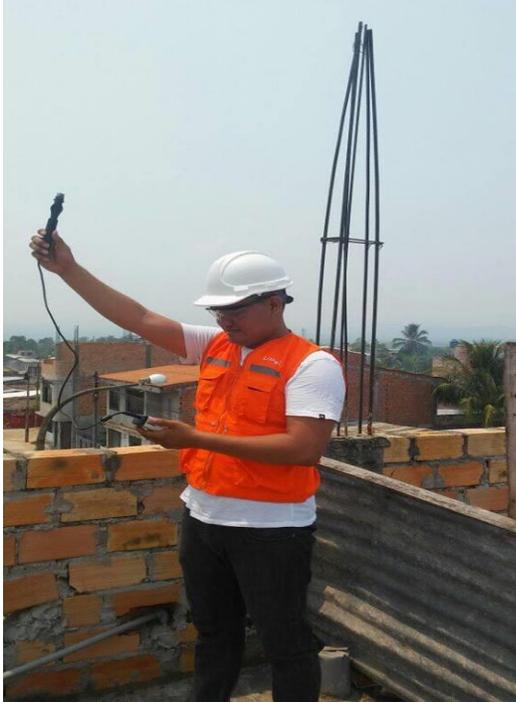


Figura 20. Monitoreo de parámetros meteorológicos de dirección y velocidad del viento

Fuente: Propia



Figura 21. Monitoreo temperatura y porcentaje de humedad

Fuente: Propia

Apéndice 5. Fotografía de los 4 filtros monitoreados el parámetro de PM2.5

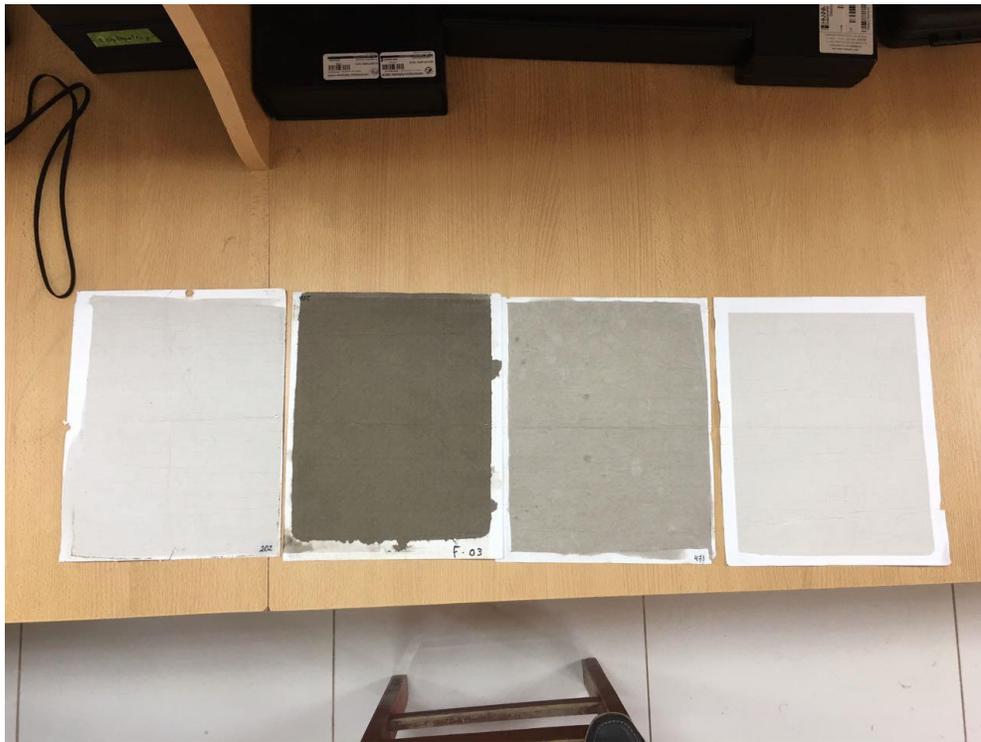


Figura 22. Filtros después del monitoreo de 24 horas

Fuente: Propia

Apéndice 6. Fotografía del secado del filtro



Figura 23. Secado del filtro

Fuente: Propia

Apéndice 7. Fotografía del secado del filtro



Figura 24. Desecado del filtro

Fuente: Propia

Apéndice 8. Fotografía del pesado del filtro



Figura 25. Pesado del filtro en la balanza analítica

Fuente: Propia

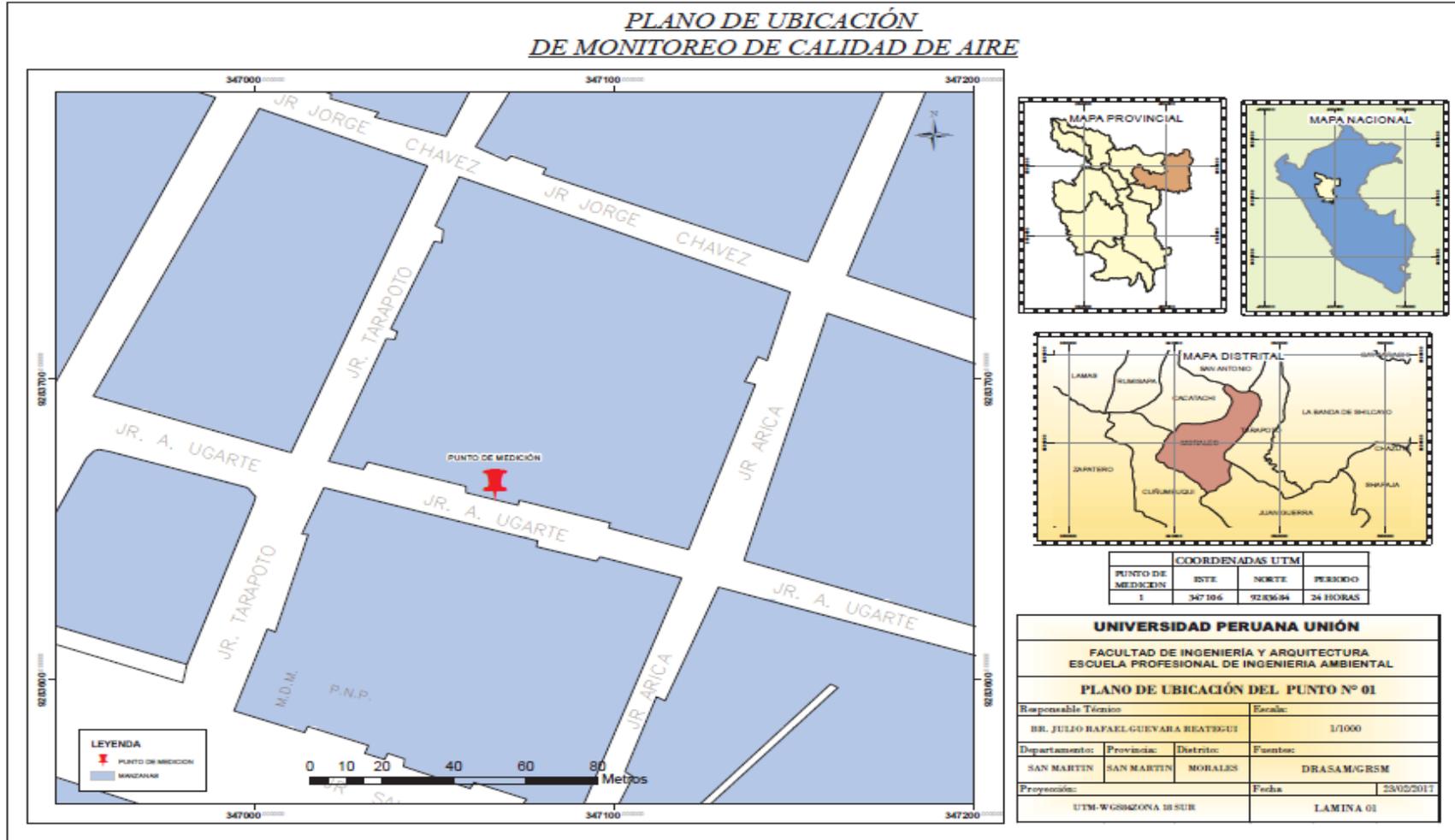


Figura 27. Plano de monitoreo Jr. Alfonso Ugarte

Fuente: Elaboración Propia

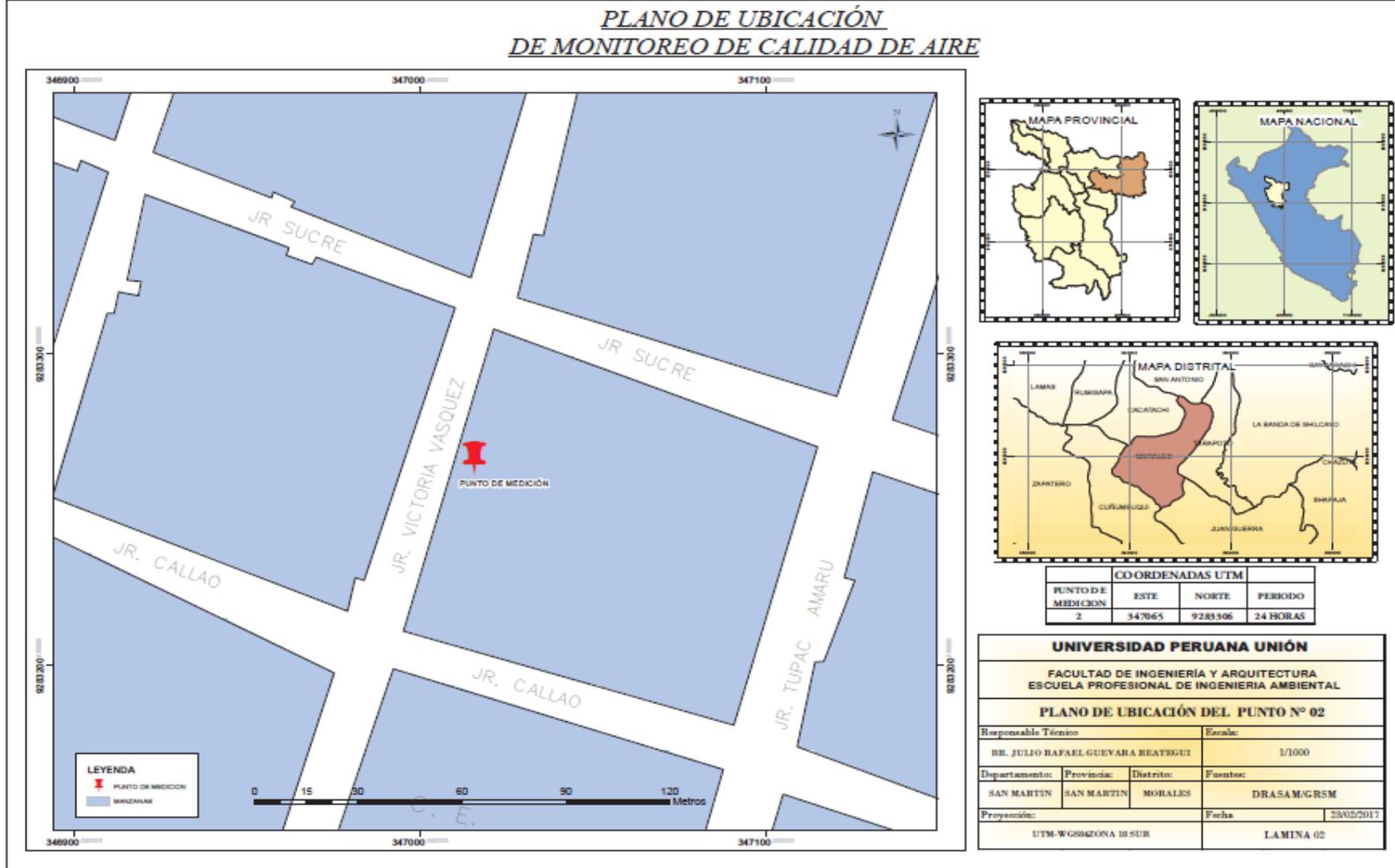


Figura 28. Plano de monitoreo Jr. Victoria Vásquez

Fuente: Elaboración Propia