

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



*Una Institución Adventista*

**Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por  
material particulado PM10 en los 5 sectores del distrito de  
Morales - San Martín 2017**

Por:

Jorge Luis Peralta Quispe

Asesor:

Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio

**Tarapoto, diciembre de 2017**

**Área temática:** Ingeniería Ambiental y Geológica

**Línea de Investigación – UPeU:** Biodiversidad y calidad ambiental

Ficha catalográfica:

Peralta Quispe, Jorge Luis

Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por material particulado PM10 en los 5 sectores del distrito de Morales - San Martín 2017/ Autor: Jorge Luis Peralta Quispe; Asesor: Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio. -- Tarapoto, 2017.

71 páginas: anexos, tablas, figuras

Tesis (Licenciatura)--Universidad Peruana Unión - Filial Tarapoto. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, 2017.  
Incluye referencias y resumen.

1. Índice nacional de calidad de aire.
2. Contaminante.
3. Material particulado.
4. Nivel de riesgo.

**DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS**

*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: ***"Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por material particulado PM10 en los 5 sectores del distrito de Morales de San Martín 2017"*** constituye la memoria que presenta el **Bachiller Jorge Luis Peralta Quispe** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis 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 *28 días* del año 2017

  
\_\_\_\_\_  
Jackson Edgardo Pérez Carpio

Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por material  
particulado PM10 en los 5 sectores del distrito de Morales de San Martín  
2017

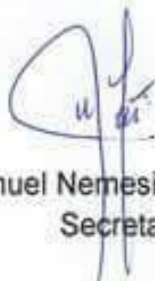
# TESIS

Presentada para optar el título Profesional de Ingeniero Ambiental

## JURADO CALIFICADOR



Ing. Henry Carbajal Mogollón  
Presidente



Ing. Manuel Nemesio Toribio Yalico  
Secretario



Ing. Jessica Quipas Pezo  
Vocal



Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio  
asesor

Tarapoto, 28 de diciembre de 2017

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, porque me inspira cada día a ser diferente y un buen profesional.

A mis queridos padres y su ayuda incondicional y por sus consejos que me ayuda a crecer cada día.

A mis compañeros y docentes de la Universidad por el apoyo que me dieron cada en lo espiritual y sus buenos consejos que me ayudo a cumplir mis metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por ayudarme en mis estudios.

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

A los docentes por ayudar a formarme como un buen profesional y buena persona.

A mis queridos padres María Regina Quispe Gonzales y Crizanto Peralta Delgado por el apoyo en mi formación profesional en los 5 años de estudio.

A la Universidad Peruana Unión por darme la oportunidad de conocer a Dios y enseñarme con buenos valores.

## INDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xii
INDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA .....	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.2 Justificación .....	19
1.3 Presuposición Filosófica .....	20
1.4 OBJETIVOS.....	21
1.4.1 Objetivo general.....	21
1.4.2 Objetivos específicos .....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 ANTECEDENTES.....	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	24
2.2.1 Ubicación Geográfica.....	24
2.2.2 Desarrollo urbano .....	24
2.2.2.1 Población.....	24
2.2.3 Transporte, Industria y Comercio .....	26

2.2.3.1	Transporte .....	26
2.2.4	Industria y Comercio .....	27
2.2.4.1	Industria.....	27
2.2.4.2	Comercio .....	27
2.2.5	Geografía y clima.....	28
2.2.5.1	Clima .....	28
2.2.5.2	Fisiografía.....	28
2.2.5.3	Hidrología .....	28
2.2.5.4	Morfología.....	28
2.2.5.5	Temperatura .....	29
2.2.5.6	Precipitación .....	29
2.2.6	Aspectos Socio Económico.....	29
2.2.6.1	Pobreza .....	29
2.2.7	Contaminación Atmosférica .....	30
2.2.8	Fuentes Contaminantes.....	31
2.2.9	Fuentes Naturales:.....	31
2.2.10	Fuente Antropogénico:.....	31
2.2.11	Fuentes Móviles:.....	31
2.2.12	Fuente Fijas: .....	32
2.2.13	Material Particulado PM 10 .....	32
2.2.14	Medidas para controlar la emisión .....	33
2.2.15	Efectos en la Salud .....	33



2.2.16	Partículas.....	33
2.2.17	Protocolo de Monitoreo .....	34
2.2.18	Selección de Métodos para Calidad de Aire .....	34
2.2.19	Descripción de Métodos .....	35
2.2.19.1	Muestreadores Pasivos .....	35
2.2.19.2	Muestreadores Activos .....	35
2.2.19.3	Analizadores automáticos .....	35
2.2.20	Zonas de Atención Priorizadas .....	36
2.2.21	Legislación Ambiental .....	37
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		42
3.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.1.1	Tipo de Investigación .....	42
3.1.2	Diseño de la Investigación .....	42
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	42
3.2.1	Población.....	42
3.2.2	Muestra.....	42
3.3	INSTRUMENTO DE MONITOREO.....	43
3.3.1	Materiales y Equipos.....	43
3.4	PROTOCOLO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y GESTIÓN DE DATOS	43
3.4.1	Método de monitoreo de material particulado PM10 .....	43
3.4.2	Duración del programa de monitoreo .....	44

3.4.3	Calibración.....	44
3.4.4	Selección de sitio de monitoreo .....	44
3.4.5	Selección de Muestreador activos .....	45
3.4.6	Calibración de Equipos .....	45
3.4.7	Técnicas de Recolección de datos.....	46
3.4.8	Calculo de Concentración de PM10.....	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		48
3.5	Material Particulado PM10 .....	48
3.5.1	Monitoreo Meteorológico.....	48
3.5.2	Interpretación de Resultados .....	49
3.6	Método y técnicas de monitoreo y análisis.....	49
3.7	Ubicación de Estación de Monitoreo.....	49
3.8	Resultados del Contaminante PM10.....	50
3.9	Discusión .....	55
3.10	CONCLUSIONES .....	57
3.11	RECOMENDACIONES .....	58
ANEXOS .....		62

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire- ZAP San Martín (2013) ....	23
Tabla 2. Población del Distrito de Morales 2012 – 2015.....	25
Tabla 3. Vehículos de Transporte en la Zona de Atención Prioritaria de la Cuenca Atmosférica de San Martín. ....	26
Tabla 4. Distribución de las Industrias en la Provincia de San Martín.....	27
Tabla 5. Tamaño de Partículas .....	32
Tabla 6. Estándar de calidad de aire N°074-2001-PCM .....	39
Tabla 7. Estándar de calidad de aire N°003-2017 MINAM .....	39
Tabla 8. Índice de Calidad del Aire por contaminante .....	40
Tabla 9. Índice de Calidad del Aire niveles de cuidado.....	40
Tabla 10. Puntos de monitoreos de calidad de aire .....	42
Tabla 11. Materiales y equipos para monitoreo de Calidad de aire .....	43
Tabla 12. Materiales y equipos para análisis en el laboratorio.....	43
Tabla 13. Datos meteorológicos del día del monitoreo .....	48
Tabla 14. Equipo y metodología utilizada .....	49
Tabla 15. Coordenadas del punto de monitoreo.....	49
Tabla 16. Resultados del contaminante PM10 Sector 3 .....	50
Tabla 17. Resultados del contaminante PM10 Sector 2 .....	51
Tabla 18. Resultados del contaminante PM10 Sector 2 .....	52
Tabla 19. Resultados del contaminante PM10 Sector 2 .....	53
Tabla 20. Resultados del contaminante PM10 Sector 5 .....	54

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Emisiones de Contaminantes .....	30
Figura 2. Agentes contaminantes en la atmósfera.....	31
Figura 3.Material particulado .....	32
Figura 4. Clasificación del material particulado en la atmósfera urbana. ....	33
Figura 5.Zona de atención Prioritaria de Calidad de aire .....	36
Figura 6.Muestreador Hivol para PM10.....	44
Figura 7. Recomendaciones de número mínimo de estaciones .....	45
Figura 8.Resultados del monitoreo Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345 .....	50
Figura 9. Resultados del monitoreo Sector 2 Jr. Fonavi Mz F Lote 14.....	51
Figura 10. Resultados del monitoreo Sector 2 Municipalidad de Morales.....	52
Figura 11. Resultados del monitoreo Sector 2 Jr San Pedro N°111 .....	53
Figura 12. Resultados del monitoreo Sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia .....	54
Figura 13. Monitoreo de calidad de aire .....	68
Figura 14.Análisis del procedimiento del pesado antes del monitoreo.....	69
Figura 15. Análisis del procedimiento del pesado después del monitoreo .....	70

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Certificado de calibración del Hivol de alto volumen.....	62
Anexo 2.Formato de campo para monitoreo de PM <sub>10</sub> .....	63
Anexo 3.Formato de campo para monitoreo de PM <sub>10</sub> .....	64
Anexo 4. Cálculo de la concentración de PM <sub>10</sub> Sector 2 .....	64
Anexo 5. Cálculo de la concentración de PM <sub>10</sub> Sector 2 .....	65
Anexo 6. Cálculo de la concentración de PM <sub>10</sub> Sector 2 .....	65
Anexo 7. Cálculo de la concentración de PM <sub>10</sub> Sector 5 .....	66
Anexo 8 . Fotografía de Monitoreo de Calidad de aire .....	66
Anexo 9. Fotografía de Análisis del Peso Inicial del Material Particulado .....	69
Anexo 10. Fotografía de Análisis del Peso Inicial del Material Particulado .....	70

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de poder ayudar con la agenda de investigación ambiental ya que en la política nacional del ambiente y su relación con la acción ambiental menciona en el eje 2 sobre la gestión de la calidad ambiental el estudio y la investigación de la calidad de aire, es por ello que el objetivo es conocer la concentración del contaminante del material particulado de 10 microgramos en los 5 sectores de la ciudad de Morales para luego compararlo con el índice de calidad de aire y el D.S N° 003 – 2017 MINAM, se han realizado el monitoreo cumpliendo los procedimientos del “Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de datos” elaborado por la DIGESA (2005). De acuerdo a la cantidad de la población de la ciudad de Morales se han establecidos un punto de monitoreo en cada sector, el tipo de investigación es no experimental descriptivo comparativo de corte transectorial porque solo se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural para posteriormente analizarlos, los resultados obtenidos en los sectores 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345, sector 2 Municipalidad de Morales no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color verde, la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud, de la misma manera en el sector 2 Fonavi Mz F Lote 14, sector 2 Jr San Pedro N°111 y sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucía, el índice de calidad de aire tienen un nivel de riesgo de color amarillo que representa que las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

**Palabras clave:** *Índice nacional de calidad de aire, Contaminante, Material particulado, Nivel de riesgo.*

## ABSTRACT

The present research work has the purpose of helping with the environmental research agenda since in the national policy of the environment and its relation with environmental action, it mentions in the axis 2 about the management of environmental quality the study and research of the quality of air, that is why the objective is to know the concentration of the contaminant of the particulate material of 10 micrograms in the 5 sectors of the city of Morales and then compare it with the index of air quality and DS N ° 003 - 2017 MINAM, the monitoring has been carried out in compliance with the procedures of the "Air quality monitoring and data management protocol" prepared by the DIGESA (2005). According to the amount of the population of the city of Morales, a monitoring point has been established in each sector; the type of research is non-experimental, comparative descriptive of a transectorial nature, because only phenomena are observed as they occur in their natural context. After analyzing them, the results obtained in the sector 3 Jr. Victoria Vásquez N ° 345, sector 2 Municipality of Morales did not exceed the air quality regulation Air DS No. 003-2017 MINAM and purchased with the INCA a level of green color was obtained, the air quality is satisfactory and does not represent a health risk, in the same way in sector 2 Fonavi Mz F Lote 14, sector 2 Jr San Pedro N ° 111 and sector 5 Jr. Integration N ° 145 Santa Lucia, el Air quality index have a level of risk of yellow color that represents that people of sensitive groups (children, elderly, pregnant, people with respiratory diseases, and chronic cardiovascular) po They would experience some health problems.

**Keywords:** National index of air quality, Pollutant, Particulate matter, Level of risk

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) 2016, elaboró un nuevo modelo de calidad del aire que confirma que el 92% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites fijados por la agencia de la ONU.

Chiarella, Arrascue, and Jaramillo (2013) en la agenda de investigación ambiental elaborado por el Ministerio del ambiente del Perú 2013 al 2021 plantean líneas y estratégicas de investigación y sus respectivas líneas de acción para impulsar la investigación ambiental en el país, tanto a la prevención y resolución de los principales problemas ambientales, como a la mejora de la calidad ambiental, es por ello que la política nacional del ambiente y su relación con la acción ambiental menciona en el eje 2 sobre la gestión de la calidad ambiental el estudio y la investigación de la calidad de aire.

Eric Concepción (2014) en el informe nacional de calidad de aire 2013 – 2014 MINAN menciona que las principales fuentes contaminantes lo constituye el parque automotor, fuentes puntuales, fuentes naturales, que perjudican la calidad de aire de la ciudad, este informe se menciona que la principal fuente de contaminación en la ciudad de Tarapoto es Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios).

El Ministerio del Ambiente Perú, (2015) en la resolución del Ministerio N° 307-2015 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 tiene como objetivo mejorar y/o preservar el estado de calidad del aire con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población y el medio ambiente, en un periodo de 5 años.

Organización mundial de la salud (2006) en la investigación realizada en la Guía de calidad de aire de la OMS indica que las partículas menores a 10 microgramos presentan masa de partículas que perjudican la salud de las personas que se encuentran expuestas perjudicando el sistema respiratorio siendo los más vulnerables los niños y los ancianos.



El aire limpio es muy importante para la vida de cada ser, sin el no se podría vivir La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más serios en las sociedades a todos los niveles de desarrollo económico. Aproximadamente 500 millones de personas se exponen a diario a niveles altos de contaminación del aire en sus casas por el humo originado por combustiones en el ambiente abierto o en cocinas pobremente diseñadas. Más de 1500 millones de personas viven en áreas urbanas con niveles peligrosamente altos de contaminación del aire (OMS, 1992). Yassi, Kjellström, Kok, & Guidotti (2002).

En 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, 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).

Normativa derogada Decreto supremo N° 074-2001-PCM (2001), reglamento de estándares nacionales ambiental de calidad de aire menciona que el objetivo es proteger la salud de las personas y la protección de la calidad del aire es obligación de todos y el estándar de calidad de aire que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana.

En la normativa actual D.S N° 003 – 2017 elaborado por el Grupo tecnico del MINAM Perú, (2017) menciona que las zonas de atención prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la

calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas.

Ministerio del Ambiente Perú (2016) aprobó el Índice de calidad del aire con la Resolución Ministerial 181 – 2016 MIMAM donde menciona que se establece que la acción estratégica referida es 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 y cumplan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Airnow, (2014) menciona que el AQI es un índice para la presentación de informes de calidad de aire. Te dice cuan 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.

¿Cuál será la concentración de partículas menores a 10 micras influye en el nivel de riesgo de la calidad de aire en los 5 sectores del distrito de Morales?

## **1.2 Justificación**

Se justifica estudiar la contaminación de material particulado PM10 para luego realizar la comparación del resultado con el nivel de riesgo que está expuestos los pobladores de los 5 sectores del Distrito de Morales.

Se podrá conocer cuál es el índice de calidad de aire de los 5 sectores del distrito de Morales que se dividen en cuatro categorías o calificaciones para luego dar las recomendaciones con respecto al nivel de comparación de los valores del INCA.

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.

Se cumplirá con la agenda de investigación ambiental ya que en la política nacional del ambiente y su relación con la acción ambiental menciona en el eje 2 sobre la gestión de la calidad ambiental el estudio y la investigación de la calidad de aire, para dar a conocer cuál es la realidad de la calidad de aire en la ciudad de Morales con respecto al índice nacional de calidad de aire y la normativa actual vigente D.S N° 003-2017 MINAM del contaminante de material particulado de 10 microgramos.

Esta investigación ayudara a actualizar los valores obtenidos por otras investigaciones puesto que existe una nueva normativa de calidad del aire, también para que nuestras autoridades locales puedan tomar este estudio para que puedan establecer planes de acción en mejoramiento de la calidad del aire y el bienestar de los pobladores.

### **1.3 Presuposición Filosófica**

Creemos que vivir una vida saludable es lo mejor que nos puede pasar a cada ser humano es por ello que debemos conocer cuál es la realidad de la calidad de aire del contaminante de material particulado de 10 microgramos. Según los adventistas creen que la clave para el bienestar se encuentra en una vida de equilibrio y temperancia. La naturaleza crea una gran cantidad de cosas buenas que llevan a disfrutar de una salud vibrante. Cuando se usan adecuadamente, el agua pura, el aire fresco y la luz del sol promueven una vida limpia y saludable.

En la biblia versión Reina Valera en el libro de Salmos 24:1 menciona que “De Jehová es la tierra y su plenitud el mundo y todos los que en él habitan”. En este texto nos pide que debemos de cuidar lo que Dios ha creado para no perjudicar la salud de las personas con estos contaminantes.

Una salud de ese tipo es el don de un Dios amante que quiere que disfrutemos de una vida abundante. Cuando nos beneficiamos de un amor semejante, experimentamos un sentido de gratitud y aprecio hacia nuestro Creador.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM10 en los 5 sectores del Distrito de Morales 2017

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM 10 en el sector 3 del Distrito de Morales de acuerdo a la normativa D.S 003 – 2017 MINAM
- Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM 10 en el sector 2 del Distrito de Morales de acuerdo a la normativa D.S 003 – 2017 MINAM
- Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM 10 en el sector 2 del Distrito de Morales de acuerdo a la normativa D.S 003 – 2017 MINAM
- Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM 10 en el sector 2 del Distrito de Morales de acuerdo a la normativa D.S 003 – 2017 MINAM
- Determinar el nivel de riesgo de la calidad de aire debido a la presencia de Material Particulado PM 10 en el sector 5 del Distrito de Morales de acuerdo a la normativa D.S 003 – 2017 MINAM

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

De acuerdo Padilla (2016) en su Tesis Evaluación de la concentración de partículas menores a 10 micras y su influencia en las enfermedades respiratorias en la población del barrio cercado-Tarapoto se obtuvieron los siguientes resultados 134.70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 116.75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 142.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y estos resultados fueron comparados con el D.S 074 – 2001 PCM . Al comparar los resultados con el índice de Calidad de Aire (ICA) de la EPA (2003), se establece que la calidad del aire registrada los días de monitoreo se encuentra en el rango 51 a 100, por lo cual tiene una calificación de color amarillo indica una calidad de aire “MODERADO”.

En la tesis de Herrera (2011) titulada Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM<sub>10</sub> del medio atmosférico urbano en Segunda Jerusalén-Rioja-San Martín-Perú indica que la concentración promedio de Partículas de tamaño igual o menor que 10  $\mu\text{m}$  de partículas PM<sub>10</sub> para la época de invierno en Segunda Jerusalén es de 10.14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la concentración promedio de Partículas de tamaño igual o menor que 10  $\mu\text{m}$  de PM<sub>10</sub> en Segunda Jerusalén es de 11.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo que afirman que las concentraciones se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental D.S 074 – 2001 PCM para PM<sub>10</sub>.

En la investigación Perez Carpio (2015) en la investigación realizada afirma que concentración de partículas respirables (PM<sub>10</sub>) que se toma la muestra durante el día en el área urbana de la ciudad de Banda de Shilcayo. Se puede observar que la estación 01 reporta un valor de 58.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De acuerdo con la normativa nacional de calidad de aire no excede la concentración establecida por el D.S N° 074-2001 PCM. Comparando con el valor del índice de calidad de aire el nivel de riesgo es de color amarillo cuya calificación es regular y se puede interpretar que la calidad del aire es aceptable y puede causar efectos moderado en la salud de personas sensibles.

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 PM10 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 <sup>3</sup> )	Dióxido de Nitrógeno (ug/m <sup>3</sup> )	Dióxido de Azufre (ug/m <sup>3</sup> )	PM 2.5 (ug/m <sup>3</sup> )
E1 Municipalidad Distrital de la Banda de Shilcayo	18 – 19/11/13	41.36	17.8	7.31	---
	19 – 20/11/13	---	7.75	13.54	21.63
	20 – 21/11/13	41.90	7.73	9.41	16.88
E2 Complejo Policial 6 de Diciembre	18 – 19/11/13	85.45	40.51	7.10	11.24
	19 – 20/11/13	68.42	64.84	8.81	13.73
	20 – 21/11/13	128.32	37.37	5.08	12.06
E3 Municipalidad Distrital de Morales	18 – 19/11/13	30.88	23.31	4.29	12.91
	19 – 20/11/13	27.30	47.38	---	---
	20 – 21/11/13	36.11	24.82	6.46	16.24
ECA para Aire		150 <sup>(1)</sup>	200 <sup>(1)</sup>	20 <sup>(2)</sup>	25 <sup>(2)</sup>
				80	50

<sup>(1)</sup> D.S N° 074 – 2001 PCM

<sup>(2)</sup> 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 son N: 9269856, E: 370105

#### **Limites:**

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**

Según el plan de desarrollo de concertación del Distrito de Morales elaborado por la Municipalidad Distrital de Morales( 2014).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.



Tabla 2. Población del Distrito de Morales 2012 – 2015

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
<b>SAN MARTÍN</b>	<b>179,184</b>	<b>95,041</b>	<b>84,143</b>	<b>181,946</b>	<b>96,542</b>	<b>85,404</b>	<b>184,662</b>	<b>98,020</b>	<b>86,642</b>	<b>187,320</b>	<b>99,462</b>	<b>87,858</b>
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	383	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	4,627	3,802	8,329	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	1,583	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, 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.

<b>Clase</b>	<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>
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 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 Contaminación Atmosférica

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y/o perturbar el bienestar y el uso de los bienes.

Carmen Orozco (2008) indica que la contaminación atmosférica es la impurificación de la atmosfera por inyección temporal en ella materias gaseosas, liquididad y solidas ajenas su compasión natural.

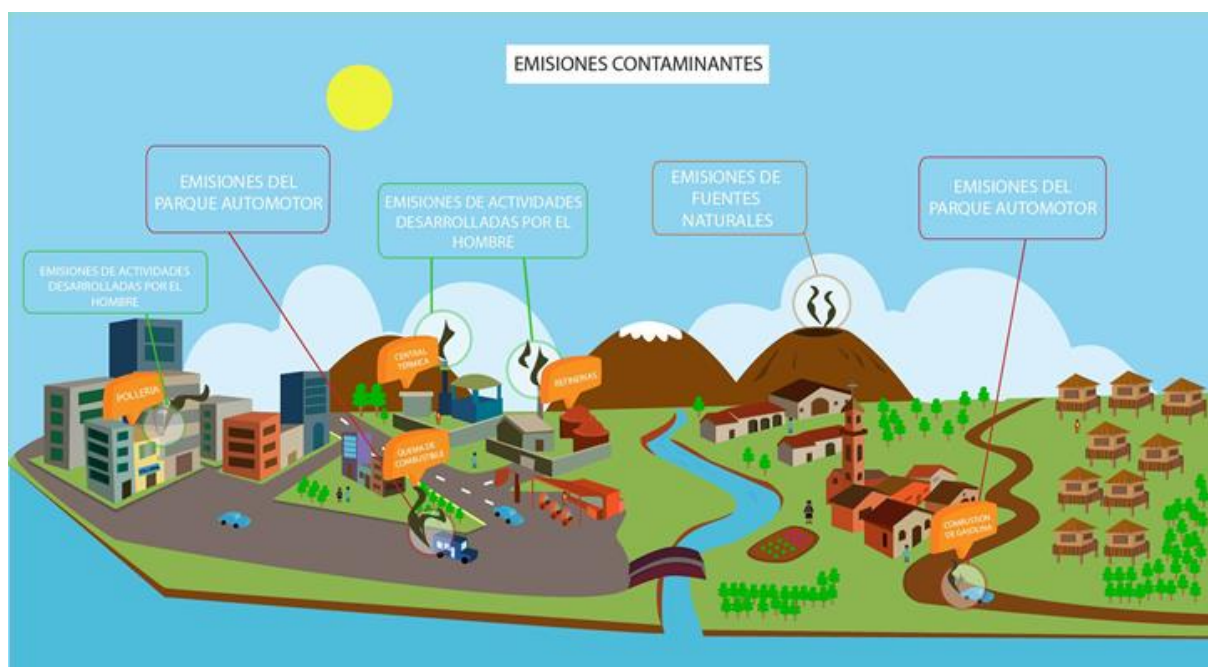


Figura 1.Emisiones de Contaminantes

Fuente: Infoaire Ministerio del Ambiente

## 2.2.8 Fuentes Contaminantes

De la misma manera menciona que las alteraciones de la composición del aire pueden tener un doble origen Natural y Artificial o antropogénicas Carmen Orozco (2008). 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 Eric Concepción (2014) en el informe nacional de calidad de aire 2013 – 2014 MINAN .



Figura 2. Agentes contaminantes en la atmósfera

Fuente: Infoaire Ministerio del Ambiente

## 2.2.9 Fuentes Naturales:

Son consideradas como contaminantes de la atmosfera tienen una buena parte de origen natural.

## 2.2.10 Fuente Antropogénico:

Carmen Orozco (2008) menciona que se han clasificados en fuentes móviles y fijas.

## 2.2.11 Fuentes Móviles:

Incluye diversos tipos de vehículos de motor utilizado en el trasporte.

### 2.2.12 Fuente Fijas:

Se localiza en un punto determinado el foco contaminador es la combustión estacionaria distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos y otros tipos de focos.

### 2.2.13 Material Particulado PM 10

Según Kiely (1999) la materia particulada del aire representa una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas típicamente divididas en dos grupos tal como se muestra a continuación:

Tabla 5. Tamaño de Partículas

Descripción de Grupo	Composición	Tamaño de Partícula	
		OMS	USEPA (PM10)
<b>Gruesas</b>	Polvo, tierra, depósitos	>2.5 um	> 10 um
<b>Finas</b>	Aerosoles, partículas de combustión, vapores de compuestos volátiles, metales	<2.5 um	< 10 um

Fuente: Ingeniería Ambiental de Kiely, G.

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 Eric Concepción (2014) en el informe nacional de calidad de aire 2013 – 2014 MINAN .

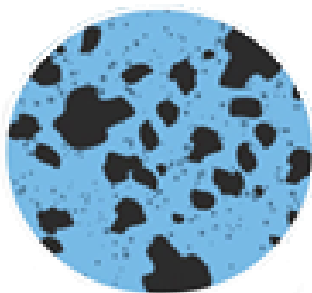


Figura 3. Material particulado

Fuente: <http://infoaire.minam.gob.pe:1013/INFOAIRE/fuentes>



### 2.2.14 Medidas para controlar la emisión

Mejorar la eficiencia de la combustión en los vehículos con un adecuado mantenimiento, utilizar GLP o GNV. Utilizar sistemas de control de emisiones de material particulado en instalaciones industriales y comerciales. Desarrollar buenas prácticas en construcción, comercio y en el manejo de residuos Eric Concepción (2014) en el informe nacional de calidad de aire 2013 – 2014 MINAN.

### 2.2.15 Efectos en la Salud

Poma (2012) en su tesis menciona que el pulmón es la mayor superficie corporal que está en contacto con los componentes gaseosos, el 70% del aire Inspirado llega a los alvéolos; las partículas, gases, humus, microorganismos, virus, hongos, alérgenos, humedad, sustancias volátiles, pasan a la tráquea, bronquios y alvéolos, causando enfermedad respiratoria aguda o crónica. Los niños y ancianos son los más vulnerables por los insuficientes mecanismos de defensa.

### 2.2.16 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.

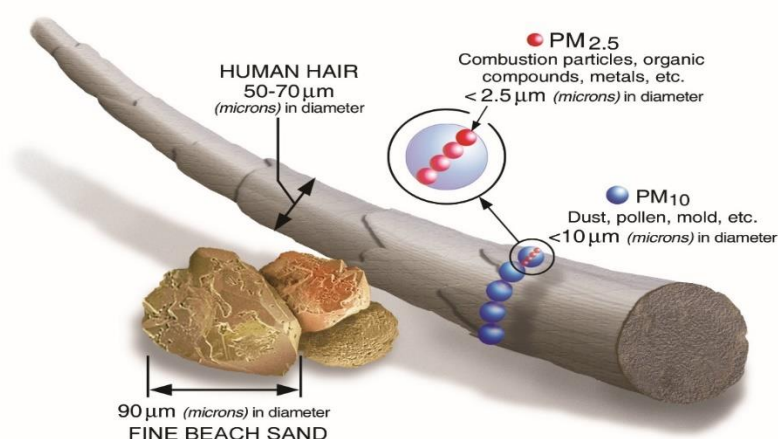


Figura 4. Clasificación del material particulado en la atmósfera urbana.

Fuente: [www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics](http://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics)

### **2.2.17 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).

#### **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.

### **2.2.18 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.

### **2.2.19 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:

#### **2.2.19.1 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).

#### **2.2.19.2 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.

#### **2.2.19.3 Analizadores automáticos**

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterios (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 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.

### 2.2.20 Zonas de Atención Priorizadas

Según 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 evaluara y formulara 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 6. Zona de atención Prioritaria de Calidad de aire

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

### **2.2.21 Legislación Ambiental**

**La Constitución Política del Perú (1993):** el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales; la décimo novena política de estado, sobre desarrollo sostenible y gestión ambiental propugna integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles.

**Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”:** Proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

#### **Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental**

**31.1 El Estándar de Calidad Ambiental:** ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

#### **Artículo 113.- De la calidad ambiental:**

**113.2** Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

- a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
- b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.

- c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.
- d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
- e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
- f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

**Artículo 118.-** De la protección de la calidad del aire

Las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.

**Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente Decreto Legislativo N° 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.

**Decreto Supremo N°074-2001-PCM**

(Normativa Derogada) “Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire” objetivo proteger la salud, a través de la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire (ECA) y los lineamientos de estrategias para alcanzarlos progresivamente.

Tabla 6. Estándar de calidad de aire N°074-2001-PCM

Parámetro	Periodo	Valor µg/m3	Formato	Método de Análisis
Material Particulado menor a PM <sub>10</sub>	Anual	50	Media Aritmética Anual	Separación Inercial Filtración (Gravimetría )
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	

Nota: NE=No exceder

Fuente: Decreto Supremo N° 074-2001-PCM

**Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM** “Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire”, los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.

Tabla 7. Estándar de calidad de aire N°003-2017 MINAM

Parámetro	Periodo	Valor µg/m3	Formato	Método de Análisis
Material Particulado menor a PM <sub>10</sub>	Anual	50	Media Aritmética Anual	Separación Inercial Filtración (Gravimetría )
	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	

Nota: NE=No exceder

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM

### **Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos**

El protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de datos, según la Resolución Directoral N° 1404-2005- DIGESA, ha sido 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; además proporciona los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores de centros poblados

### **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 en números y colores facilitando que las personas tomen conocimiento de los niveles de exposición a determinados contaminantes Ministerio del Ambiente Perú (2016).

Tabla 8. Índice de Calidad del Aire por contaminante

Material Particulado (PM <sub>10</sub> ) Promedio 24 Horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentración	Ecuación
0 – 50	0 – 75	$I (PM_{10}) = [ PM_{10} ] * 100 / 150$
51 – 100	76 - 150	
101 – 167	151 - 250	
>167	>250	

CLASIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0 - 50	Verde
Moderada	51 - 100	Amarillo
Mala	101 - 167	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

\*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

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

Tabla 9. Índice de Calidad del Aire 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>

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1 Tipo de Investigación

Investigación cuantitativa 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 de la Investigación

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

De acuerdo con Roberto Hernandez Sampieri et al., (2014) menciona que las investigaciones descriptivas solo llevan hipótesis cuando se pronostica el valor de una variable, en esta investigación solo se está considerando analizar la concentración de partículas con los niveles de comparación de la normativa por lo cual no lleva hipótesis.

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1 Población

El  $PM_{10}$  se encuentra presente en la atmosfera y será monitoreado en 5 sectores del distrito de Morales

#### 3.2.2 Muestra

El  $PM_{10}$  será medido la concentración con el hivol de alto volumen teniendo encuentra el protocolo de calidad de aire y se establece los puntos de monitoreo de acuerdo número mínimo de estaciones establecido según la población urbana.

Tabla 10. Puntos de monitoreos de calidad de aire

Punto	Distrito	Dirección	Coordenadas	
			Este	Norte
P1	Morales	Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345	346988	9282987
P2	Morales	Sector 2 Sector Fonavi Mz F Lote 14	347870	9283570
P3	Morales	Sector 2 Municipalidad de Morales	347067	9283635
P4	Morales	Sector 2 Jr San Pedro N°111	346878	9284029
P5	Morales	Sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia	345790	9284283

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 INSTRUMENTO DE MONITOREO

#### 3.3.1 Materiales y Equipos

##### Materiales

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

Tabla 11. Materiales y equipos para monitoreo de Calidad de aire

Equipos y materiales de Monitoreo	Unidad	Cantidad
Hi Vol PM10	Unid	1
Anemómetro	Unid	1
Brújula	Unid	1
Higrómetro	Unid	1
GPS	Unid	1
Hoja de Campo	Unid	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Materiales y equipos para análisis en el laboratorio

Equipos y materiales para análisis en Laboratorio	Unidad	Cantidad
Estufa	Unid	1
Balanza Analítica	Unid	1
Desecador	Unid	1
Filtro de cuarzo	Unid	20
Guantes	Caja	100
Pinzas	Unid	1
Cadena de custodia	Unid	5

Fuente. Elaboración Propia

### 3.4 PROTOCOLO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y GESTIÓN DE DATOS

#### 3.4.1 Método de monitoreo de material particulado PM10

Según DIGESA (2005) para esta investigación se realizara con el muestreador activo 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 Monitoreo meteorológico.

Es altamente recomendable que el monitoreo de la calidad del aire esté acompañado por un apropiado monitoreo meteorológico, considerando que el clima tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de los contaminantes DIGESA (2005).

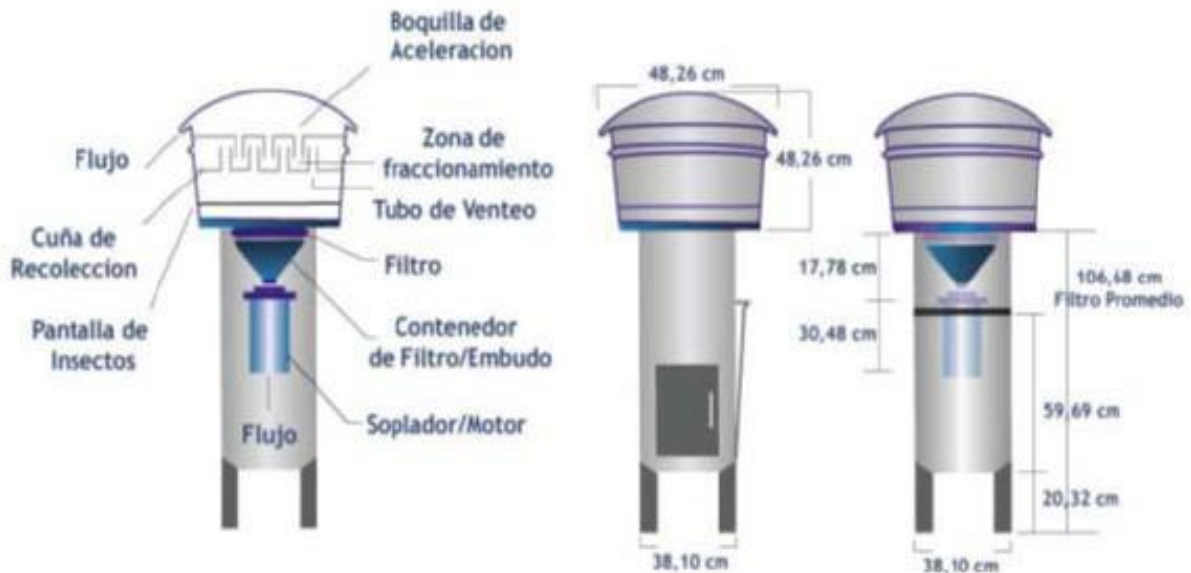


Figura 7. Muestreador Hivol para PM10

Fuente: MAVDT (2010)

### Equipo de medición de partículas

El equipo de medición para esta investigación se utilizara el Hivol de alto volumen.

#### 3.4.2 Duración del programa de monitoreo

El Decreto Supremo N°003 – 2017 MINAM establece que las mediciones de PM10 serán en un periodo de 24 horas cada una.

#### 3.4.3 Calibración

La mayoría de los equipos para monitoreo de calidad de aire y meteorología (incluyendo dataloggers) deben ser calibrados cada cierto intervalo de tiempo para corregir sesgos y corrimientos instrumentales.

#### 3.4.4 Selección de sitio de monitoreo

La selección del sitio de monitoreo es importante y requiere la ubicación más representativa para monitorear las condiciones de la calidad del aire 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 <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Oxidantes	CO	Meteorológicos <sup>1</sup>
Menos de 1	2	4	1	1	1	1
1 – 4	5	5	2	2	2	2

Figura 8. Recomendaciones de número mínimo de estaciones

Fuente: Protocolo de calidad de aire DIGESA

## PROCEDIMIENTO DE MONITOREO

### 3.4.5 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.

### 3.4.6 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 m<sup>3</sup>/min a condiciones actuales o reales. Un caudal de 1.13 m<sup>3</sup>/min garantiza la separación de partículas menores a 10 microgramos.

Por lo tanto la calibración del PM<sub>10</sub> 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<sub>10</sub> se realiza con un kit de calibración el cual puede ser un juego de platos o un variador de resistencia de flujos.

### **3.4.7 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 este no se contamine no se rompa. Se recomienda confeccionar un portafiltro.
- 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 se pesa tres veces del valor promedio se resta luego el peso del valor promedio para obtener el peso inicial.
- Se repite el mismo procedimiento para obtener el peso final después del monitoreo.

### 3.4.8 Calculo de Concentración de PM10

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

$$PM_{10} = \frac{(Pf - Pi)}{Q_{real} \times t_{muestreo}}$$

Donde:

P<sub>f</sub>: Peso final del filtro (µg).

P<sub>i</sub>: Peso inicial del filtro (µg).

Q<sub>real</sub>: Caudal del flujo de aire (m<sup>3</sup>/min).

T<sub>muestreo</sub>: Tiempo de muestreo (min).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.5 Material Particulado PM10

#### 3.5.1 Monitoreo Meteorológico

Tabla 13. Datos meteorológicos del día del monitoreo

Velocidad del viento m/s			Temperatura °C			Humedad relativa %			Dirección del Viento	Fecha
Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max		
1.5	1.3	1.7	24	34	32	68	63	70	NNW	28 al 31 de Mayo
1	2.3	2.7	23	33	34	69	60	66	NW	05 al 08 de Junio
0.8	1.9	2.7	22	34	36	65	67	69	NW	12 al 15 de Junio
1.1	1.5	1.7	21	32	35	64	66	68	NW	19 al 22 de Junio
1.0	1.4	1.7	22	33	35	65	67	69	NNW	26 al 29 de Junio

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.2 Interpretación de Resultados

La predominancia del viento en los días que se realizó el monitoreo es del NW al SE con una temperatura promedio de 34 °C y un porcentaje de humedad promedio de 67 %.

### 3.6 Método y técnicas de monitoreo y análisis

Se han considerado los monitoreo de acuerdo al protocolo de calidad de aire y se han considerado la metodología de análisis según como lo menciona la normativa actual de calidad de aire.

Tabla 14. Equipo y metodología utilizada

CONTAMINANTE	MÉTODO DE MUESTREO / EQUIPO	MÉTODO ANALÍTICO
Material particulado PM10	Muestreador de alto volumen con cabezal para PM10 - Hi-vol	Gravimétrico

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7 Ubicación de Estación de Monitoreo

Se han establecido 5 puntos de monitoreo que se clasifican por diferentes sectores del Distrito de Morales, realizando los monitoreos por 4 días por cada estación por un periodo de 24 horas.

Tabla 15. Coordenadas del punto de monitoreo

Punto	Distrito	Dirección	Coordenadas	
			Este	Norte
P1	Morales	Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345	346988	9282987
P2	Morales	Sector 2 Sector Fonavi Mz F Lote 14	347870	9283570
P3	Morales	Sector 2 Municipalidad de Morales	347067	9283635
P4	Morales	Sector 2 Jr San Pedro N°111	346878	9284029
P5	Morales	Sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia	345790	9284283

Fuente: Elaboración propia

### 3.8 Resultados del Contaminante PM10

#### Resultado

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 16. Resultados del contaminante PM10 Sector 3

ESTACIÓN	SOTAVENTO				INCA
LUGAR DE MONITOREO: Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345					
MES	MAYO				<b>BUENA</b>
FECHA:	28	29	30	31	
Flujo Promedio (m <sup>3</sup> /min)	1.49				
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	43.6	44.6	35.4	40.0	
ECA <sup>(1)</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>				

Fuente: Elaboración propia

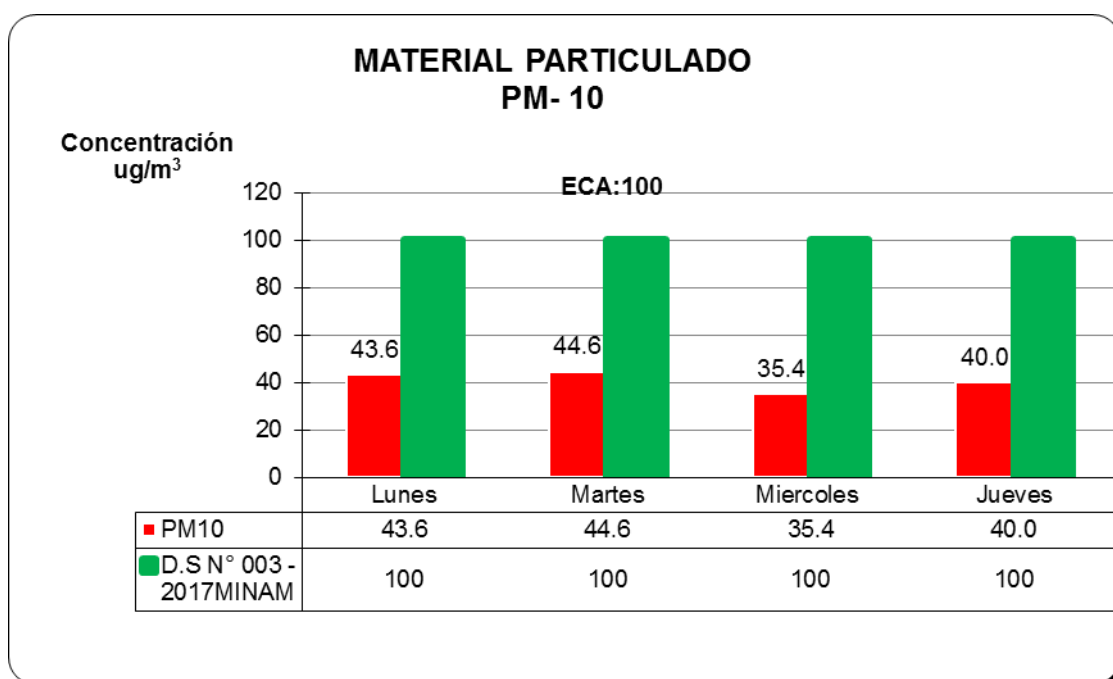


Figura 9. Resultados del monitoreo Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados del contaminante PM10 Sector 2

ESTACIÓN	SOTAVENTO				INCA
LUGAR DE MONITOREO: Sector 2 Fonavi Mz F Lote 14					
MES	Junio				<b>MODERADO</b>
FECHA:	05	06	07	08	
Flujo Promedio (m <sup>3</sup> /min)	1.49				
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	65.4	54.0	66.0	54.9	
ECA <sup>(1)</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>				

Fuente: Elaboración propia

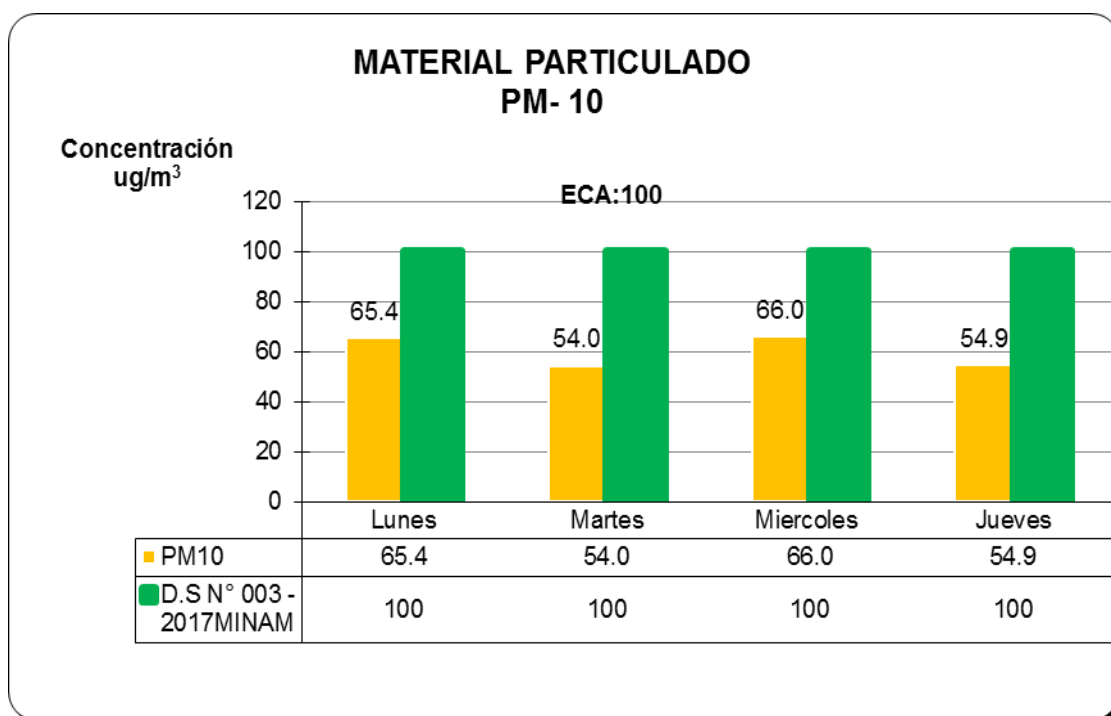


Figura 10. Resultados del monitoreo Sector 2 Jr. Fonavi Mz F Lote 14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados del contaminante PM10 Sector 2

ESTACIÓN	SOTAVENTO				INCA
LUGAR DE MONITOREO: Sector 2 Municipalidad de Morales					
MES	Junio				<b>BUENA</b>
FECHA:	12	13	14	15	
Flujo Promedio (m <sup>3</sup> /min)	1.49				
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	30.2	24.2	29.4	34.3	
ECA <sup>(1)</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>				

Fuente: Elaboración Propia

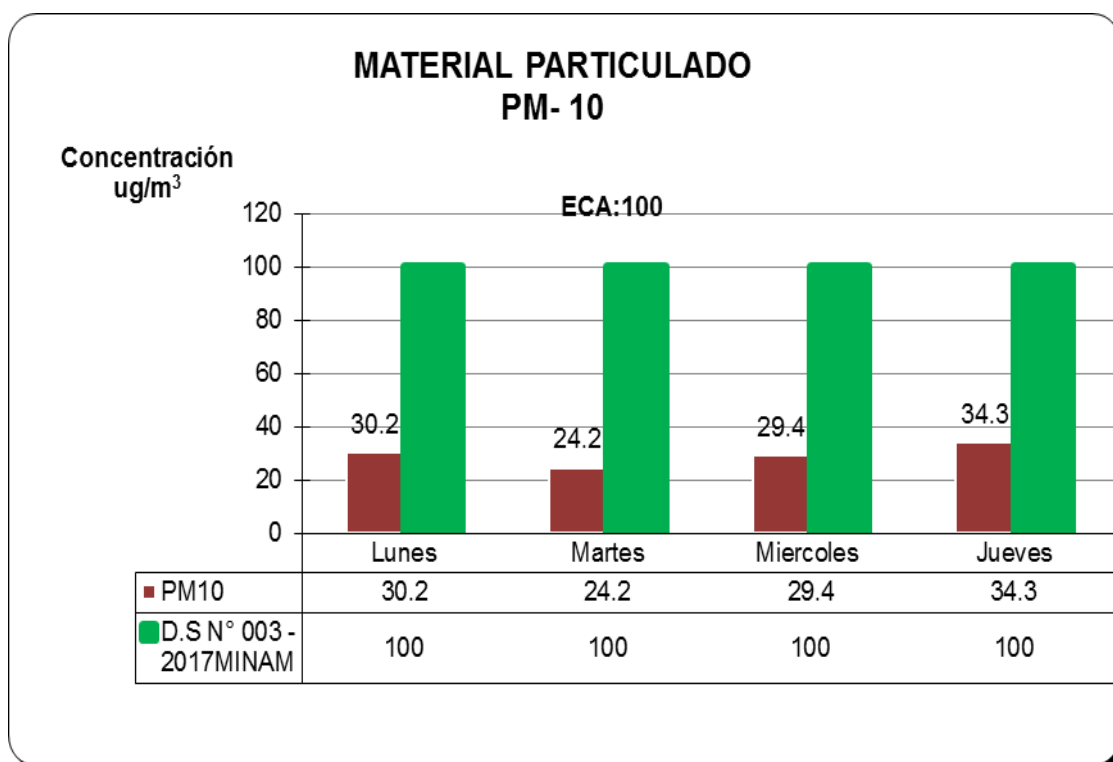


Figura 11. Resultados del monitoreo Sector 2 Municipalidad de Morales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Resultados del contaminante PM10 Sector 2

ESTACIÓN	SOTAVENTO				INCA
LUGAR DE MONITOREO: Sector 2 Jr San Pedro N°111					
MES	Junio				<b>MODERADO</b>
FECHA:	19	20	21	22	
Flujo Promedio (m <sup>3</sup> /min)	1.49				
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	69.9	59.5	56.8	55.2	
ECA <sup>(1)</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>				

Fuente: Elaboración propia

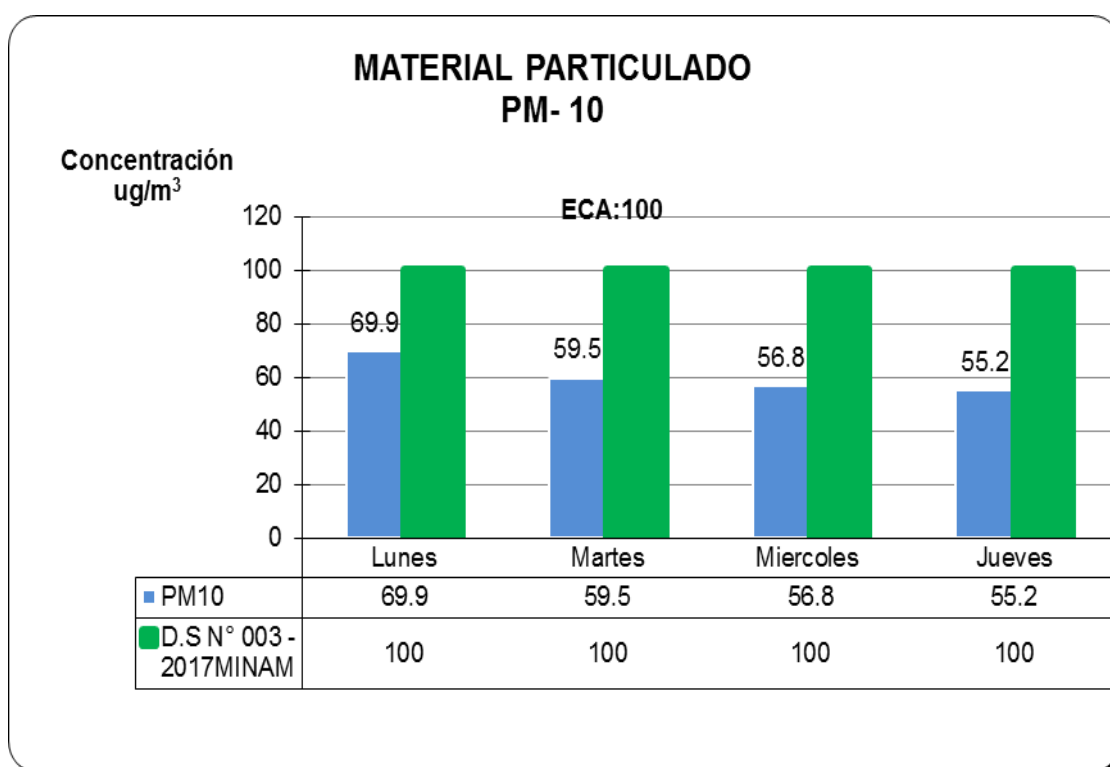


Figura 12. Resultados del monitoreo Sector 2 Jr San Pedro N°111

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Resultados del contaminante PM10 Sector 5

ESTACIÓN	SOTAVENTO				INCA
LUGAR DE MONITOREO: Sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia					
MES	Junio				<b>MODERADO</b>
FECHA:	26	27	28	29	
Flujo Promedio (m <sup>3</sup> /min)	1.49				
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	65.4	54.0	66.0	54.9	
ECA <sup>(1)</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>				

Fuente: Elaboracion propia

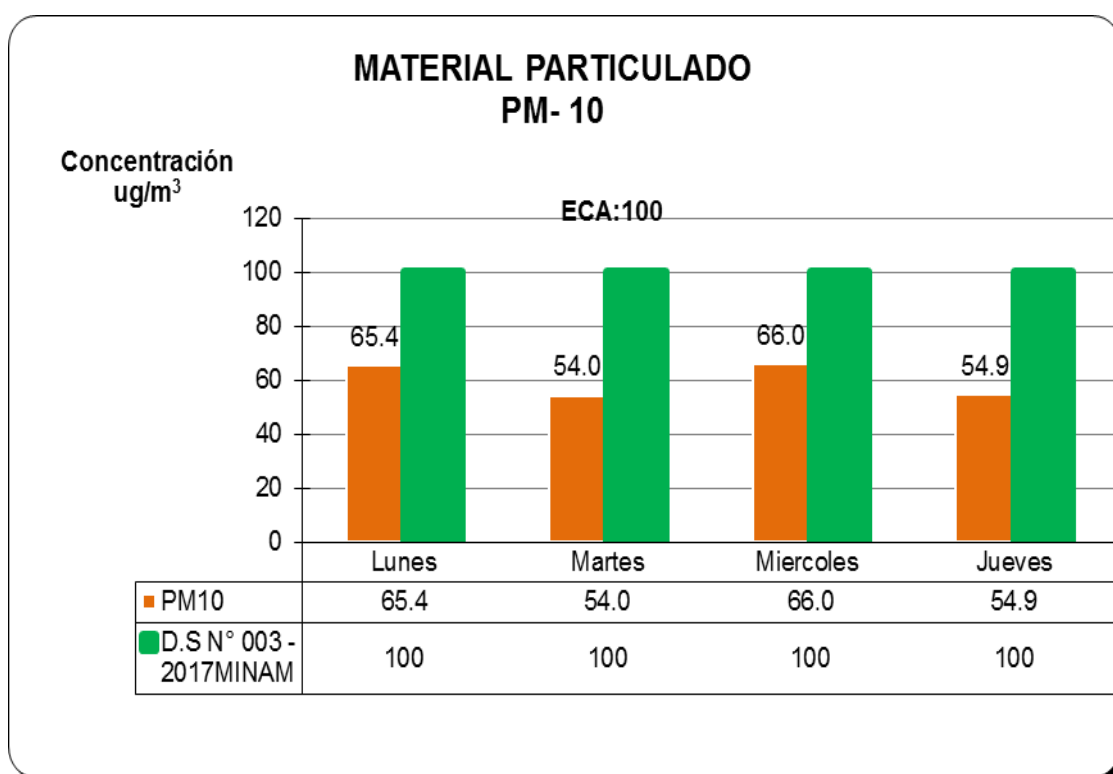


Figura 13. Resultados del monitoreo Sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación de Resultados

Los valores obtenidos de la concentración de material particulado de 10 microgramos monitoreados en los 5 sectores del distrito de Morales realizado desde el 05 de mayo hasta el 29 de junio del 2017 han registrado valores por debajo de la normativa actual D.S 003-2017 MINAM teniendo como referencia la concentración de comparación 100 µg/m<sup>3</sup> , es

importante mencionar que en el sector 3 (Jr. Victoria Vásquez N° 345), Sector 2 (Municipalidad de Morales) comparados con el índice de calidad de aire tienen un nivel de riesgo de color verde lo que representa que la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud en comparación con el sector 2 (Fonavi Mz F Lote 14), sector 2 (Jr San Pedro N°111) y sector 5 (Jr. Integración N° 145 Santa Lucia) el índice de calidad de aire tienen un nivel de riesgo de color amarillo que representa que las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

### **3.9 Discusión**

Se realizaron monitoreos de calidad de aire en el 2013 los días 18, 19 y 20 de material particulado de 10 microgramos teniendo como punto de monitoreo en la Municipalidad Distrital de Morales los resultados obtenidos fueron 30.88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 27.30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 36.11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no excedieron los valores de referencia establecido en la normativa nacional de estándares de calidad de aire D.S N.° 074 – 2001 PCM, si comparamos con los monitoreos realizados en esta investigación se obtuvieron los siguientes valores 30.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 29.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 34.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , que de la misma manera no excedieron los D.S 003 – 2017 MINAM y se compara con el índice nacional de aire tienen un nivel de riesgo de color verde lo que representa que la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud de las personas.

Padilla (2016) en su Tesis Evaluación de la concentración de partículas menores a 10 micras y su influencia en las enfermedades respiratorias en la población del barrio cercado-Tarapoto se obtuvieron los siguientes resultados 134.70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 116.75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 142.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y estos resultados fueron comparados con el D.S 074 – 2001 PCM . Al comparar los resultados con el índice de Calidad de Aire (ICA) de la EPA (2003), se establece que la calidad del aire registrada los días de monitoreo se encuentra en el rango 51 a 100, por lo

cual tiene una calificación de color amarillo indica una calidad de aire “MODERADO”, si se compara con los resultados obtenidos en el Distrito de Morales de los 5 puntos de evaluación se obtuvieron valores por debajo de la normativa D.S 003 – 2017 MINAM y comparado con el índice de calidad de aire se obtuvo nivel de riesgo de color buena y moderado.

En la tesis de Herrera (2011) titulada Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en Segunda Jerusalén-Rioja-San Martín-Perú indica que la concentración promedio de Partículas de tamaño igual o menor que 10  $\mu\text{m}$  de partículas PM10 para la época de invierno en Segunda Jerusalén es de 10.14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la concentración promedio de Partículas de tamaño igual o menor que 10  $\mu\text{m}$  de PM10 en Segunda Jerusalén es de 11.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo que afirman que las concentraciones se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental D.S 074 – 2001 PCM para PM10, comparado con los valores de nuestra investigación el resultado obtenido de material particulado 10 microgramos no excedieron los ECA D.S 003 – 2017 MINAM y comparado con el índice de calidad de aire se obtuvo nivel de riesgo de color buena y moderado.

En la investigación Perez Carpio (2015) en la investigación realizada afirma que concentración de partículas respirables (PM10) que se toma la muestra durante el día en el área urbana de la ciudad de Banda de Shilcayo. Se puede observar que la estación 01 reporta un valor de 58.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De acuerdo con la normativa nacional de calidad de aire no excede la concentración establecida por el D.S N° 074-2001 PCM. Comparando con el valor del índice de calidad de aire el nivel de riesgo es de color amarillo cuya calificación es regular y se puede interpretar que la calidad del aire es aceptable y puede causar efectos moderado en la salud de personas sensibles, comparados con los valores obtenidos en los cinco sectores del Distrito de Morales los valores no excedieron los ECA D.S 003 – 2017 MINAM y comprado con el índice de calidad de aire se obtuvo nivel de riesgo de color buena y moderado.



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **3.10 CONCLUSIONES**

Los valores obtenidos en el sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345 no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color verde, la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud.

Los valores obtenidos en el sector 2 Fonavi Mz F Lote 14 no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comprado con el INCA se obtuvo un nivel de color amarillo, las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

Los valores obtenidos en el sector 2 Municipalidad de Morales no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color verde, la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud.

Los valores obtenidos en el sector 2 Jr San Pedro N°111 no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color amarillo, las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

Los valores obtenidos en el sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color amarillo, las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

En el sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345, Sector 2 Sector Fonavi Mz F lote 14, Sector 2 Municipalidad de Morales, los valores obtenidos han sido comparados con el INCA obteniendo una coloración verde y la referencia de la calidad de aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre.

En los sectores 2 Jr. San Pedro N° 111 y sector 5 Jr. Integración N°145, los valores obtenidos han sido comparados con el INCA obteniendo una coloración amarilla y la referencia de 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 acuerdo al INCA en los sectores 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345 Sector 2 Sector Fonavi Mz F lote 14, Sector 2 Municipalidad de Morales los valores no representan riesgos en la salud en las personas y la calidad de aire es satisfactoria.

De acuerdo al INCA en los sectores 2 Jr. San Pedro N° 111 y sector 5 Jr. Integración N°145 se debe tener cuidado con las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

La predominancia del viento en los días que se realizó el monitoreo es del NW al SE con una temperatura promedio de 34 °C y un porcentaje de humedad promedio de 67 %.

### **3.11 RECOMENDACIONES**

- Continuar con la investigación de calidad de aire y realizar mapa de riesgo de acuerdo al índice nacional de calidad de aire.
- Realizar planes de mejora de calidad de aire por parte de nuestras autoridades.
- Conocer estadísticamente si las enfermedades respiratorias son a consecuencia de la contaminación del aire.
- Continuar con investigación de medición de calidad de aire para conocer cuál es el comportamiento del aire con respecto a este contaminante PM10.

## REFERENCIAS

- Airnow. 2014. "Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health." Retrieved (<http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi#mod>).
- Carmen Orozco, Antonio Perez. 2008. *Contaminacion Ambiental*. Paraninfo,. España.
- Chiarella, Rónimo, Anita Arrascue, and Samuel Jaramillo. 2013. *Agenda de Investigacion Ambiental Del 2013 Al 2021*. edited by W. W. E. S.A.C. Lima Perú. Retrieved ([http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigación-Ambiental\\_Interiores.pdf](http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigación-Ambiental_Interiores.pdf)).
- Decreto supremo N ° 074-2001-PCM. 2001. *Reglamento de Estandares Nacionales Ambiental de Calidad de Aire*. Retrieved (<http://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-aire>).
- DIGESA. 2005a. *Protocolo de Calidad de Aire Y Gestión de Datos*. Lima. Retrieved ([http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/protocolo\\_calidad\\_de\\_aire.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf)).
- DIGESA. 2005b. *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire Y Gestión de Los Datos*. Retrieved ([http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/protocolo\\_calidad\\_de\\_aire.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/protocolo_calidad_de_aire.pdf)).
- Eric Concepción, Milagritos del Rosario Rodríguez Jiménez. 2014. *Informe Nacional de La Calidad Del Aire 2013-2014 MINAM*. Lima Perú. Retrieved (<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>).
- Grupo tecnico del MINAM Perú. 2017. *D.S 003-2017MINAM*. Lima Perú. Retrieved (<http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones-1>).
- Herrera, Santos. 2011. "Distribución Espacial Vertical de Las Partículas En Suspensión Pm10 Del Medio Atmosférico Urbano En Segunda Jerusalén-Rioja-San Martín-Perú."

Universidad Nacional San Martín. Retrieved  
(<http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/330>).

Kiely, Gerard. 1999. *Ingeniería Ambiental*. Primera ed. edited by Antonio Garcia Brage. España.

Ministerio del Ambiente Perú. 2015a. “Resolución Ministerial N° 307 2015 MINAM.” (November). Retrieved (<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 MINAM Plan de Acción Para La Mejora de La Calidad Del Aire En La Zona Se Atención de La Zona Prioritaria de La Cuanca Atmosferica San Martín.” 7–42. Retrieved (<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/11/RM-307-2015-MINAM.pdf>).

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

Municipalidad Distrital de and Morales. 2014. “Plan de Desarrollo Concertado Del Distrito de Morales 2014-2021.” 1–105. Retrieved ([http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10376/PLAN\\_10376\\_2014\\_PDC-MORALES\\_2014\\_1era\\_Parte.pdf](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 Nucleos Urbanos de Morales Y La Banda de Shilcayo (Diagnostico Y Analisis Urbano).” 37. Retrieved ([http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION\\_FINAL\\_PDU/RESUMEN\\_EJECUTIVO/Resumen\\_Ejecutivo.pdf](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).” 5–29. Retrieved ([http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION\\_FINAL\\_PDU/DIAGNOSTICO\\_VOL\\_I/CAPITULO\\_II.pdf](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 ([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)).
- Padilla, Betsabe. 2016. "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS Y SU INFLUENCIA EN LA Evaluación de La Concentración de Partículas Menores a 10 Micras Y Su Influencia En Las Enfermedades Respiratorias En La Población Del Barrio Cercado-Tarapoto Noviembre." Universidad Peruna Union.
- Perez Carpio, Jackson. 2015. "Concentración de Partículas Menor a 10 Micras Y Nivel de Riesgo Basado En Valores Del Índice de Calidad Del Aire Realizado En El Departamento de San Martín – Perú." *Revista de Investigación Apuntes Universitarios*, 2(2). 75–85. Retrieved ([http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/ra\\_universitarios/article/viewFile/439/450](http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/ra_universitarios/article/viewFile/439/450)).
- Poma, Juan Manuel Rivera. 2012. "Modelo de Identificación de Factores Contaminantes Atmosféricos Críticos En Lima – Callao." Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Retrieved ([http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3109/1/Rivera\\_pj.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3109/1/Rivera_pj.pdf)).
- Roberto Hernandez Sampieri, Carlos Fernandez Collado, and Pilar Lucio Baptista. 2010. *Metodología de La Investigación*. Quinta edi. edited by McGraw-Hill. México D.F.
- Yassi, Annalee, Tord Kjellström, Theo De Kok, and Tee L. Guidotti. 2002. "Salud Ambiental Basica." *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* 1:251. Retrieved ([http://www.pnuma.org/educamb/documentos/salud\\_ambiental\\_basica.pdf](http://www.pnuma.org/educamb/documentos/salud_ambiental_basica.pdf)).

## ANEXOS

### Anexo 1. Certificado de calibración del Hivol de alto volumen

#### CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN

T(o.K)	295.2
P(mmHg)	753

#### CONSTANTES DE CÁLCULO

b	-0.068311
m	1.2915

MOTOR N°

2

No. ORIFICIO	H REAL (pulg.)	Y H OBS (cm)	X Qa
5	2.3	24.1	0.8
7	3.0	26.3	0.9
10	3.1	28.5	0.9
13	4.7	30.6	1.1
18	5.1	32.4	1.1
<b>FILTRO</b>	<b>3.4</b>	<b>27.3</b>	<b>0.9</b>



**Anexo 2.**Formato de campo para monitoreo de PM<sub>10</sub>

**FORMATO DE CAMPO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PM10**

Proyecto:	Latitud:		
Responsables:	Coordenadas:	X:	Y:
Caudal Real:			
Lugar de Monitoreo:	Fecha:		

Día	Fecha inicio	Fecha final	Hora Inicio	Hora Final	Pi:	Pf:	Temperatura			Humedad Relativa		
							Máxima	Mínima	Actual	Máxima	Mínima	Actual
Lunes												
Martes												
Miércoles												
Jueves												
Viernes												

Observaciones

**Anexo 3.**Formato de campo para monitoreo de PM<sub>10</sub>

	<b>Calculo de la Concentración del material particulado de 10 microgramos</b>
Sector 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345	$PM_{10} = \frac{(3.15340g - 3.05870g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 43.6 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.16450g - 3.06776g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 44.6 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.25360g - 3.17665g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 35.4 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.25110g - 3.16431g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 40.0 \mu g/m^3$

**Anexo 4.** Cálculo de la concentración de PM<sub>10</sub> Sector 2

	<b>Calculo de la Concentración del material particulado de 10 microgramos</b>
Sector 2 Sector Fonavi Mz F Lote 14	$PM_{10} = \frac{(3.14480g - 3.04341g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 30.2 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.13370g - 3.06322g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 24.6 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.18997g - 3.12310g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 28.0 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.18886g - 3.11210g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 32.5 \mu g/m^3$



Anexo 5. Cálculo de la concentración de PM10 Sector 2

<b>Calculo de la Concentración del material particulado de 10 microgramos</b>	
Sector 2 Municipalidad de Morales	$PM_{10} = \frac{(3.28889g - 3.22340g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 30.2 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.29877g - 3.29877g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 24.2 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.41973g - 3.35600g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 29.4 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.34511g - 3.41962g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 34.3 \mu g/m^3$

Anexo 6. Cálculo de la concentración de PM10 Sector 2

<b>Calculo de la Concentración del material particulado de 10 microgramos</b>	
Sector 2 Jr San Pedro N° 111	$PM_{10} = \frac{(3.49870g - 3.34690g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 69.9 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.43120g - 3.30210g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 59.5 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.46600g - 3.34260g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 56.8 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.77390g - 3.65400g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 55.2 \mu g/m^3$

Anexo 7. Cálculo de la concentración de PM10 Sector 5

<b>Calculo de la Concentración del material particulado de 10 microgramos</b>	
Sector 5	$PM_{10} = \frac{(3.56320g - 3.42130g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 65.4 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.68960g - 3.57240g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 54.0 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.68651g - 3.54321)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 66.0 \mu g/m^3$
	$PM_{10} = \frac{(3.55640g - 3.67551g)}{1.49 m^3/min \times 1440 min} = 54.9 \mu g/m^3$

Anexo 8 . Fotografía de Monitoreo de Calidad de aire







Figura 14. Monitoreo de calidad de aire

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9. Fotografía de Análisis del Peso Inicial del Material Particulado

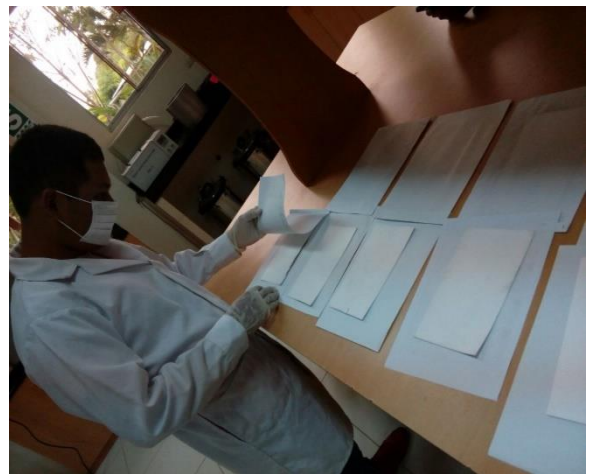
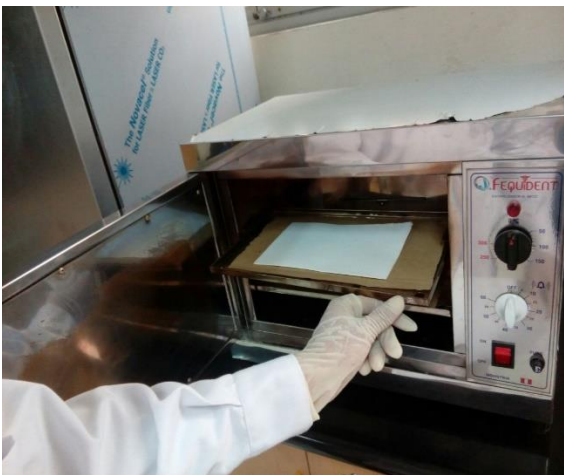
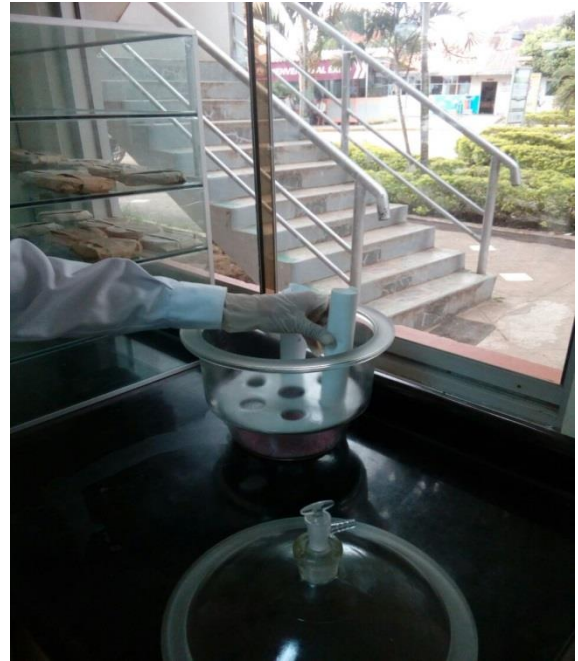


Figura 15. Análisis del procedimiento del pesado antes del monitoreo

Fuente: Propia

Anexo 10. Fotografía de Análisis del Peso Inicial del Material Particulado

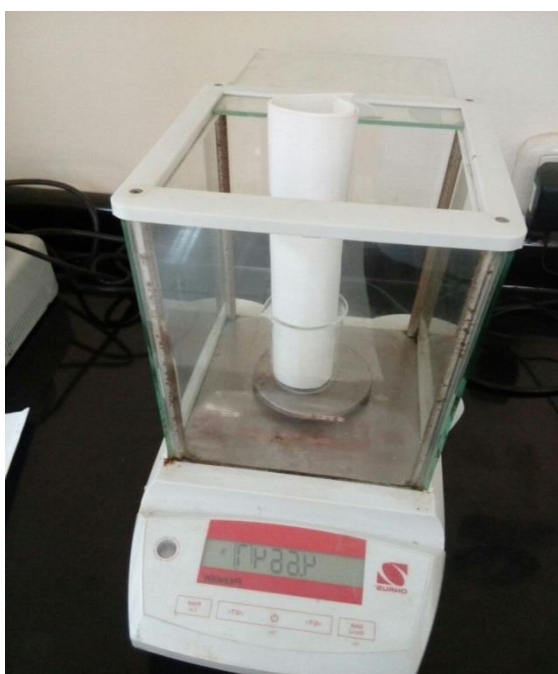
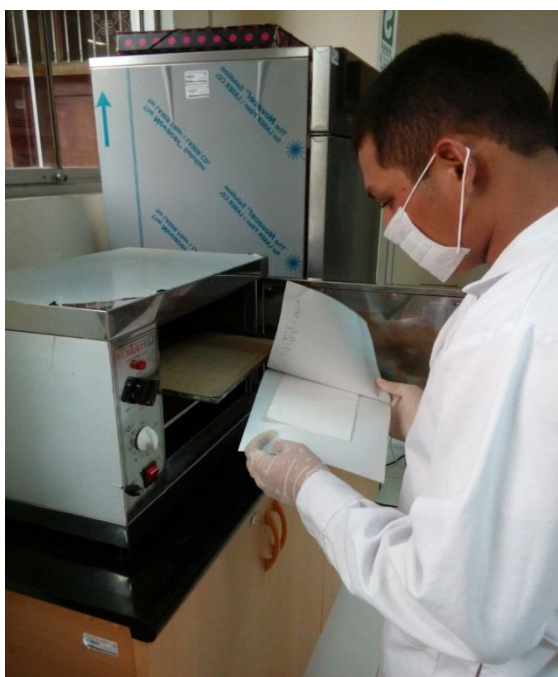


Figura 16. Análisis del procedimiento del pesado después del monitoreo

Fuente: Propia

**Apéndice 9. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo**

