

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

### TITULO

Evaluación de la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana, Departamento de Ucayali 2022

### RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo Evaluar la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5  $\mu\text{m}$  en la Av. Habilidadación Urbana (Tramo pavimentado y no pavimentado) en el distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali 2022. La metodología a usar para las mediciones Material Particulado PM10 y 2.5 es la de Dispersión de luz, este presente en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental de Aire como un método alternativo, además se utilizará la metodología INCA-AIRE para determinar la calidad de aire según los resultados obtenidos. La población es se considera a la Av. Habilidadación Urbana que cuenta con 5.200 km de longitud entre vía pavimentada y via sin pavimentar, donde se seccionara los puntos de monitoreo cada 500 metros, obteniendo una muestra de 19 puntos iniciando en la intersección con la Carretera Federico Basadre hasta el final de la vía. Se pretende obtener como resultado los niveles de Material Particulado PM10 y 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana, la influencia del tránsito vehicular y si existe diferencia entre la vía pavimentada y sin pavimentar.

### Palabras claves

Material Particulada, pavimento, transito, vehículos, vía

### Abstract

The objective of this thesis project is to evaluate the air quality by Particulate Material PM 10 and 2.5  $\mu\text{m}$  in the Av. Habilidadación Urbana (paved and unpaved section) in the district of Callería, Province of Coronel Portillo, Department of Ucayali 2022. The methodology to be used for PM10 and 2.5 Particulate Matter measurements is light scattering, this is present in the National Protocol for Monitoring Environmental Air Quality as an alternative method, in addition, the INCA-AIRE methodology will be used to determine the quality of air according to the results obtained. The population is considered to be Av. Habilidadación Urbana, which is 5,200 km long between paved road and unpaved road, where the monitoring points will be sectioned every 500 meters, obtaining a sample of 19 points starting at the intersection with the highway. Federico Basadre to the end of the road. It is intended to obtain as a result the levels of Particulate Material PM10 and 2.5 in Av. Habilidadación Urbana, the influence of vehicular traffic and if there is a difference between the paved and unpaved roads.

### Keywords

Particulate Matter, road, pavement, traffic, vehicles.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El material particulado es un contaminante del aire que reside su peligrosidad en la variada composición que tiene y también en el tamaño de la partícula que está en suspensión, este puede afectar las vías respiratorias de la población expuesta. Estudios internacionales afirman que el material particulado es uno de los contaminantes que daño causa a las vías respiratorias, su gran cantidad y al ser fácil de generarse de diferentes fuentes causa una variada gama de problemas a la salud y gran cantidad que se produce por diferentes fuentes implica en su gran importancia para que sea punto de estudios ambientales y de salud. Las fuentes antropogénicas de materia particulada son muy diversas, encontrándose mayoritariamente en zonas urbanas, industriales y espacios interiores. En zonas urbanas el tráfico es la principal fuente de partículas primarias y proceden tanto de las emisiones de los motores de los vehículos (especialmente los diésels) como de la erosión del pavimento, frenos y neumáticos (Santamaria, 2008).

Según estimaciones de 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de muertes prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a materia particulada de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM<sub>2.5</sub>), que puede causar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer (OMS, 2021).

El material particulado tiende a presentarse principalmente en las zonas urbanas por dos fuentes, la primera es generada por la combustión generada por el parque automotor y la segunda que se genera por el tránsito vehicular en vías sin pavimentar o carrozables al estar con un material de fáciles desprendimientos tiende a formarse gran cantidad de material particulado o más conocido comúnmente como polvo. Se sabe que el tipo de suelo de las vías sin pavimentar es un gran factor que influye en la generación de material particulado, como en nuestra zona selva la mayor parte de los suelos que se tienen en las vías son en base a arcilla, por la accesibilidad al material y su uso técnico como tierra ligante.

## II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos mas abundantes en el aire, la gran diversidad de contaminantes en este es donde incide su peligrosidad, el por qué incide en la gran abundancia que se presenta en la región, es común observar en las viviendas la gran cantidad de polvo asentado en las diferentes superficies y en horas de transito punta.

La Av. Habilitacion Urbana es una vía de gran importancia a nivel local, ya que es uno de los principales accesos al mercado mayorista y al mercado minorista de la ciudad de Pucallpa, además que brinda accesibilidad a terminal terrestre. También resalta por ser una de las vías de acceso más utilizada para las zonas internas de esta donde confluyen asentamientos humanos y la urbanización municipal.

El conocer los niveles de material particulado servirá para aportar al impulso de implementación de vías y áreas verdes para disminuir o mitigar los impactos negativos de la calidad del aire en la salud de la población. Este estudio beneficiara a la comunidad científica, a la población aledaña a la Av. Habilitacion Urbana.

### III. HIPOTESIS

#### Hipótesis General

- La calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5  $\mu\text{m}$  en la Av. Habilitación Urbana, Departamento de Ucayali 2022, es mala.

#### Hipótesis Específica

- La concentración de material particulado PM 10 en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, supera el ECA.
- La concentración de material particulado PM 2.5 en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, supera el ECA.
- El promedio de tránsito vehicular en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, es mayor a 100 vehículos por hora.

### IV. OBJETIVOS

#### 4.1. Objetivo General

- Evaluar la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5  $\mu\text{m}$  en la Av. Habilitación Urbana, Departamento de Ucayali 2022.

#### 4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de material particulado PM 10 en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.
- Determinar la concentración de material particulado PM 2.5 en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.
- Determinar el promedio de tránsito vehicular en la Av. Habilitación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.

### V. ANTECEDENTES

#### Internacionales

Becerra (2021), la contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más significativos de la salud pública en Colombia. Por ello, este estudio tuvo como objetivo realizar un análisis de la relación entre la calidad del aire y la incidencia de enfermedades respiratorias en el municipio de Cúcuta. Gracias a la aplicación de una metodología cuantitativa y descriptiva con enfoque correlacional, se diseñó una Encuesta de Percepción Ciudadana. Además, se analizaron las concentraciones del material particulado (PM10) de las zonas El Salado y Atalaya; junto con el análisis de la carga de morbilidad de acuerdo a los registros otorgados por el Instituto Municipal de Salud (IMSALUD) y el Instituto Departamental de Salud (IDS). Los resultados, muestran una asociación dependiente entre las variables de estudio. Adicionalmente, muestra una tendencia significativa por Rinofaringitis aguda en pacientes vulnerables (niños y adultos mayores) y un estado de calidad del aire desfavorable de los meses evaluados (mayo-julio/2018).

En este trabajo se presenta parte de los resultados del proyecto 'Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la contaminación atmosférica de Medellín', realizado por la Universidad de Medellín y la Universidad CES para la Secretaria de Salud de Medellín dentro del contrato 4700026668 de 2006. Se realizaron mediciones simultáneas de partículas finas (PM2.5) y respirables (PM10) durante el período de febrero a octubre de 2007

en varios sitios de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, habitada aproximadamente por 2'250.000 personas. Los resultados del análisis muestran, en la mayoría de los casos, una correlación positiva y lineal entre los dos parámetros. La relación (PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>) promedio para los sitios o zonas bajo consideración en este estudio fue de aproximadamente 0.67, valor bastante considerable que hace pensar que probablemente se puede cumplir con la norma anual para PM<sub>10</sub>, pero no para PM<sub>2.5</sub>. Los resultados obtenidos identifican las partículas finas como uno de los principales problemas de contaminación en la ciudad de Medellín (Herrera et al , 2008).

Meza et al (2010), el objetivo de esta investigación es estimar los factores de emisión (FE) que permitan valorar la cantidad de material particulado de las vías pavimentadas y no pavimentadas de la ciudad de Mexicali, Baja California, México. Se empleó el modelo AP-42 de la US EPA, bajo un diseño estadístico al azar, correspondiente a 60 sitios de muestreo en un mapa georeferenciado con proyección UTM 11 Norte. Se obtuvieron los valores de carga y porcentaje de sedimento menor a 75 µm en laboratorio, velocidad y número de vehículos, en campo. La estimación de los FE corresponde a 0.92 Kg. PM<sub>10</sub>/VKT y 0.73 Kg. PM<sub>2.5</sub> /VKT en vías pavimentadas y 2.33 Kg. PM<sub>10</sub>/VKT y 0.58 Kg. PM<sub>2.5</sub> /VKT en vías no pavimentadas, respectivamente. El valor de FE propio determina la cantidad de material particulado a suspenderse y la relación de los factores de emisión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) en ambas vías indica que es necesario hacer mantenimiento y control de flujo de vehículos.

Rojano et al (2013), determinaron las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores de 10 y 2.5 micrómetros (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) en la zona urbana del municipio de Riohacha, Colombia. Los instrumentos utilizados fueron un muestreador de alto volumen para PST y PM<sub>10</sub> y un muestreador de bajo volumen (Partisol) para las partículas PM<sub>2.5</sub>, todo en seis estaciones de monitoreo. Los resultados mostraron que el promedio de la concentración de PM<sub>10</sub> varió desde 43,69 a 19,47 µg/m<sup>3</sup>, las PST de 86,02 a 27,38 µg/m<sup>3</sup> y las PM<sub>2.5</sub> mostraron un promedio de 14.57 µg/m<sup>3</sup>. Las relaciones PM<sub>10</sub>/PST variaron desde 0,50 a 0.68. Las seis estaciones presentaron buena correlación PST/PM<sub>10</sub> (R = 0,795). Las PST pueden implicar presencia de partículas PM<sub>10</sub> en el área urbana esta ciudad, pero las concentraciones de PM<sub>10</sub> no necesariamente indican presencia de partículas PM<sub>2.5</sub> (R= 0,035). Los resultados de correlación de PM<sub>10</sub>/PST son similares a estudios realizados en otras zonas urbanas de Colombia y de otros países.

Méndez et al (2017), en Bogotá, estudios previos han mostrado que las emisiones de material resuspendido constituyen una parte sustancial del inventario de emisiones e impactan de manera importante la calidad del aire de la ciudad. Esta investigación estimó los factores de emisión (FE) de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de la vía principal del barrio Caracolí, en la localidad de Ciudad Bolívar, por parte de la Unidad de Mantenimiento Vial del Distrito (UMV). Conjuntamente, se midió el impacto de la pavimentación en la calidad del aire.

Cuz et al (2013), en el presente estudio se evaluó la calidad del aire para la

ciudad de Hermosillo, Sonora, México, respecto de partículas suspendidas totales (PST) y metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) durante el período junio de 2001 a mayo de 2002, en los sitios de monitoreo Centro (Mazón), Noreste (CESUES) y Noroeste (CBTIS). Los filtros muestra usados para ese propósito fueron proporcionados por el Programa de Evaluación y Mejoramiento de la Calidad del Aire (PEMCA) del Ayuntamiento de Hermosillo. El muestreo se realizó bajo el método de alto volumen estableciéndose muestreos cada 6 días no simultáneos en los tres sitios. Para la determinación de metales pesados, los filtros fueron solubilizados mediante extracción ácida, analizándose posteriormente por espectroscopia de absorción atómica. Los resultados indican que las concentraciones de PST en las estaciones Centro y Noroeste rebasaron frecuentemente el máximo permisible para 24 h (260  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que en los tres sitios de monitoreo fue rebasado el máximo permisible anual (75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ambos establecidos en la Norma NOM-024-SSA1-1993 (SSA 1994a) vigente al momento del estudio. Por otra parte, considerando la metodología del Índice Uniforme de Calidad del Aire (USEPA 1992a) utilizada en México por el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA), los resultados indican que la calidad del aire en la ciudad de Hermosillo con respecto de PST se encontraba entre no satisfactoria y mala durante el período de estudio. En relación con los metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr), las concentraciones detectadas se encuentran por debajo de los máximos permisibles señalados en la Norma NOM-026-SSA1-1993 (SSA 1994b), en los criterios de la Organización Mundial de la Salud (WHO 2000), de la Comunidad Europea (CEC 2003) y de la Agencia Ambiental Europea (EEA 2004). Por lo tanto, las concentraciones detectadas de metales pesados no representaron peligro o riesgo a la salud; sin embargo la calidad del aire se clasificó como no satisfactoria debido a las altas concentraciones de material particulado. Se recomienda la continuidad en el monitoreo de los parámetros de calidad del aire a fin de contar con información más exhaustiva que permita relacionar la calidad del aire con los riesgos a la salud, la morbilidad y mortalidad, así como con las condiciones regionales topográficas, meteorológicas y de urbanización, que incidan en el diseño de un programa local de mejoramiento de la calidad del aire

Quijano et al (2010), la contaminación ambiental por material particulado fracción respirable es uno de los mayores problemas presentes en la atmósfera de nuestras ciudades. Uno de los contaminantes que producen las denominadas fuentes móviles es el llamado Material Particulado, conocido como polvo en suspensión. Es de importancia fundamental conocer lo que nosotros denominamos como la fracción respirable es decir, aquella parte del aire que inhalamos, ingresa al tracto respiratorio, pasa a través de la tráquea y se deposita en los pulmones, conocida como material particulado PM<sub>10</sub>. Aún más importante es conocer la concentración y la composición 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<sub>2.5</sub>. La fracción PM<sub>2.5</sub> es producida por la combustión de los vehículos que funcionan con motores Diesel. Conocer la composición química del material particulado, PM<sub>2.5</sub> tiene relevancia no sólo desde el punto de vista de la química de la atmósfera, sino también sobre la calidad del aire que respiramos en nuestras ciudades



## Nacionales.

Miranda y Merma (2019), La ciudad de Tacna no es ajena a la exposición de los agentes contaminantes como las partículas sedimentables que se generan debido a las condiciones atmosféricas estables, al crecimiento urbano, el incremento del tráfico vehicular, la expansión urbana, las calles no pavimentadas, entre otros factores. Mediante el presente trabajo de investigación que se realizó en la ciudad de Tacna, se logró determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable en nuestra ciudad, para lo cual se establecieron 08 estaciones de muestreo donde se aplicó la metodología de Muestreo Pasivo, que consistió en la colocación de placas de vidrio ubicados en el nivel superior de las viviendas y/o instituciones, por un periodo de 04 meses y en ese tiempo se recopiló la información cada 30 días calendarios. Para la ubicación de las estaciones a muestrear se tuvo en cuenta el tipo de vía, densidad poblacional y tráfico; logrando determinar con ello 08 zonas de muestreo localizadas en la zona Centro e Intermedia de la ciudad de Tacna, tomando como referencia el paseo cívico de la ciudad. Los resultados obtenidos del muestreo de partículas sedimentables indican un valor promedio final de 1.07 mg/cm<sup>2</sup>/mes en todas las estaciones de muestreo, el cual se encuentra en el orden de 0.57 mg/cm<sup>2</sup>/mes por encima de los valores guía para partículas atmosféricas sedimentables de la Organización Mundial de la Salud - OMS, fijado en 0.50 mg/cm<sup>2</sup>/mes. De acuerdo a los resultados obtenidos se logró determinar 3 puntos con mayor grado de significancia, en los cuales se monitoreó el PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> con la estación móvil donde se aplicó la metodología de Monitoreo Automático.

Las partículas atmosféricas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) son responsables de serios problemas en la salud humana. Por ello, este estudio determina el aporte cuantitativo de las fuentes de ambos tipos de partículas en las principales ciudades del Valle del Mantaro, ubicadas en la parte central del Perú. Se analizan los datos obtenidos en la campaña de monitoreo mensual de los centros urbanos de Jauja, Concepción y Huancayo, desde julio de 2007 hasta octubre de 2008. Para el monitoreo se empleó un muestreador de bajo volumen (modelo Partisol). La composición química elemental fue obtenida por fluorescencia de rayos X y se les aplicó el análisis de componentes principales con rotación varimax y análisis de componentes principales absoluto. Los agrupamientos de los elementos químicos fueron contrastados con el factor de enriquecimiento y análisis de conglomerados jerárquico. Los resultados mostraron que las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> fueron significativamente mayores en Huancayo ( $p < 0.05$ ), zona urbana donde se superó el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA) de la legislación peruana, para ambos tamaños de partículas. Se determinaron trazadores de fuentes naturales y antrópicas. En total se detectaron cinco fuentes de emisión para los sitios urbanos del Valle del Mantaro: polvo del suelo (Al, Ca, Si, Fe, Ti, Mn y K), quema de biomasa (Cl, Br, K), vehículos (Cu, Zn, Cl, Cr), combustible-aceite (Ni) y fundición (Pb, Zn, As y Cu), siendo el polvo del suelo la principal fuente de aporte de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> (Álvarez y Suárez, 2020).

Salini y Medina (2017), en este documento se presenta un estudio de series temporales de PM<sub>10</sub> que muestran la mala calidad del aire en Cochabamba, mediante parámetros estadísticos usados en estudios sobre dinámica no lineal.

El promedio diario de PM10 sigue patrones similares al de grandes ciudades que poseen altos índices de contaminación ambiental. Uno de los parámetros resultó del mismo orden y característica que los presentados en trabajos similares sobre el estudio de caoticidad en variables de contaminación como ozono, PM2.5, y CO, demostrando el origen caótico de estos datos. Nuestros resultados contribuyen a la literatura puesto que introducen un análisis metodológico más detallado de la naturaleza no lineal del contaminante PM10.

### Locales

Soto (2015), en la investigación que se desarrolló en el distrito de Manantay Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, iniciándose en el mes de Setiembre del 2014 y finalizando en el mes de Diciembre del 2014; cuyo objetivo fue determinar la calidad del aire por material Particulado (PM 10) en una vía pavimentada y una vía no pavimentada (enripiado), mediante un monitoreo de la calidad de aire para determinar el nivel de concentración de material particulado. El método utilizado fue el método de análisis gravímetro el cual consiste en la separación y posterior pesada, de un elemento o compuesto de composición química conocida. Los resultados preliminares fueron sometidos a cálculos respectivos para la determinación de Material Particulado menores de 10 micrones, según indica el Protocolo Nacional de la Calidad de Aire. En la vía sin pavimentar se obtuvo un promedio de 453.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de material particulado (PM10), mientras que para la vía pavimentada se obtuvo en promedio, 444.80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de material Particulado (PM10). En conclusión, ambos resultados muestran que las vías monitoreadas se encuentran en estado de alerta de PM 10 de "URGENCIA" por cuanto superan los estándares de calidad de aire que es de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de material Particulado.

Mozqueda (2015), en el estudio que se desarrolló en la Av. Túpac Amaru, desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, iniciándose en Abril del 2014 y culminando a fines de Octubre del 2014; cuyo objetivo fue determinar la calidad del aire y los efectos en salud por material particulado (PM 10). Se evaluó entre puntos ubicados en el tramo de la Av. Túpac Amaru, intersectado con los jirones Daniel Alcides Carrión, 28 de Julio y Virgen de Tabalozos. Los métodos utilizados fueron mediante monitoreo utilizando equipo Hivol (muestreador de alto volumen), por un periodo de 30 días, realizando el análisis gravimétrico de las muestras con la finalidad de conocer los efectos que causa la exposición permanente al material particulado (PM10) en la salud de las personas que habitan en el lugar. Los promedios de las concentraciones de material particulado (PM10) son: Punto 01 629.04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Punto 02, 658.69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; siendo el punto 03 con mayor concentración de PM10. Es decir, dichos resultados muestran que los 3 puntos de monitoreo se encuentran en un nivel de alerta de Emergencia por que superan los Niveles de Estados de Alerta por contaminación de aire mayor a 420  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por un periodo de 24 horas. Las encuestas reflejan la percepción de las personas que viven en la zona, en la que señalan que el aire está contaminado, que los problemas de salud a diario son las molestias, desespero y el aburrimiento, y con frecuencia presentan agotamiento, ardor de ojos y tos.

Panduro (2020), el término PM10, es un indicador de contaminación

atmosférica y representa las partículas con diámetro menor o igual a 10 micrómetros, cuya inhalación provocan enfermedades respiratorias y otros problemas de salud e inclusive la destrucción de la vida vegetal. La investigación tuvo como objetivo Conocer los efectos de la contaminación atmosférica por PM10 y su relación con la salud de la población del distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Ucayali, 2018. El diseño muestral escogido fue del tipo descriptivo explicativo, el cual permitió recolectar los datos en un solo momento, en un tiempo único, según las características de las variables e indicadores propuestos en la hipótesis. Los resultados nos demuestran que existe contaminación atmosférica por PM10, en el distrito de Yarinacocha, siendo alta en la Av. Yarinacocha, Dos de Mayo, Av. La Marina y Av. Arborización. Hay exposición del PM10 con los índices de morbilidad en el distrito de Yarinacocha, el cromo se relaciona con bronquitis aguda y crónica, el molibdeno se relaciona con asma y con bronquitis crónica, el arsénico se relaciona con infección aguda de vías respiratorias inferiores, el plomo se relaciona con enfermedades de la tráquea y de los bronquios, el litio se relaciona con bronquiolitis, el arsénico se relaciona con infección aguda de las vías respiratorias. Se concluye que la distribución química del material particulado PM10 para la calidad del aire en el distrito de Yarinacocha, molibdeno, hierro, cromo, arsénico, cobalto, cadmio, hierro, manganeso, litio, antimonio, selenio, mercurio, plomo, níquel y manganeso, superan los parámetros normales de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. 074-2001-PCM

## VI. MARCO TEÓRICO

### **Contaminación de aire**

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire, en cantidades bastantes grandes como para producir efectos nocivos. Esta definición no restringe la contaminación de aire a causas humanas, aunque normalmente sólo hablamos acerca de éstas. Los materiales indeseables pueden dañar a la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, así como crear ofensas estéticas en la forma del aire de color café o brumoso, o bien olores desagradables. Se sabe que los contaminantes pueden hacer todas estas cosas. Muchos de estos materiales nocivos entran a la atmósfera provenientes de fuentes, que, a la actualidad, se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, en particular en los países industrializados, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas, el remedio propuesto en la mayor cantidad de países industriales es continuar con las actividades y controlar las emisiones contaminantes del aire que provengan de ellas (De Nevers, 1998).

### **Estándares de calidad ambiental para aire**

MINAM (2019), nos define al estándar de calidad ambiental de la siguiente manera “es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente, este instrumento es importante porque permite tener una meta de calidad ambiental



cuya evaluación periódica permite saber su cumplimiento y tomar las medidas respectivas”.

En el Perú los estándares de calidad ambiental para ir están establecidos en el DS-003-2017-MINAM.

Tabla 1 Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetros	Periodo	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/ filtración
	Anual	25	Media aritmética anual	(Gravimetría)
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/ filtración
	Anual	50	Media aritmética anual	(Gravimetría)
Mercurio Gaseoso total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrofotometría (Método automático)
Monóxido de carbono (CO)	1 horas	30000	NE más de 1 veces al año	Infrarrojo no disperso (NDIR)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	(Método automático)
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE mas de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	1550	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: (MINAM, 2017)

## Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos

INECC (2007), la contaminación del aire incluye elementos de origen natural y emisiones resultantes de actividades humanas. Los contaminantes atmosféricos pueden ser compuestos gaseosos, aerosoles o material particulado. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el ozono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos. El material particulado se caracteriza, a su vez, por partículas suspendidas totales, partículas suspendidas menores a diez micras y partículas suspendidas con diámetro menor a 2.5 micras. Entre las diferentes fuentes de emisiones a la atmósfera podemos distinguir dos grandes tipos: las fuentes fijas y las móviles, las cuales se describen a continuación.

### Fuentes fijas

### Existen tres tipos de fuentes fijas generadoras de emisiones:

**Fuentes puntuales.** Derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales como son: la química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras. Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos).

**Fuentes de área.** Incluyen la generación de aquellas emisiones inherentes a actividades y procesos, tales como el consumo de solventes, limpieza de superficies y equipos, recubrimiento de superficies arquitectónicas, industriales, lavado en seco, artes gráficas, panaderías, distribución y almacenamiento de gas LP, principalmente. Esta fuente también incluye las emisiones de actividades como son: el tratamiento de aguas residuales, plantas de composteo, rellenos sanitarios, entre otros. En este tipo de emisión se encuentra un gran número de contaminantes, de muy variado nivel de impacto en la salud.

**Fuentes naturales.** Se refiere a la generación de emisiones producidas por volcanes, océanos, plantas, suspensión de suelos, emisiones por digestión anaerobia y aerobia de sistemas naturales. En particular a todo aquello emitido por la vegetación y la actividad microbiana en suelos y océanos, que se les denomina emisiones biogénicas, cuyo papel es importante en la química de la troposfera al participar directamente en la formación de ozono. Las emisiones biogénicas incluyen óxido de nitrógeno, hidrocarburos no metanogénicos, metano, dióxido y monóxido de carbono y compuestos nitrogenados y azufrados.

### Fuentes móviles

Ejemplos de fuentes móviles son los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijas con motores de combustión y similares, que por su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Si bien la definición de fuente móvil incluye prácticamente a todos los vehículos automotores, la NOM para fuentes fijas se refiere básicamente a las emisiones de automóviles y camiones. Los motores de los vehículos son los responsables de las emisiones de CO, de compuestos orgánicos volátiles, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>, producidos durante la combustión.

### Fuentes móviles de contaminación atmosférica

(Seoáñez, 2002) nos indica que “se denomina fuentes móviles de contaminación atmosférica a aquellos emisores que se desplazan y no permanecen en un mismo punto expulsando agentes contaminantes que afecten siempre al mismo territorio. Esto no quiere decir que unas fuentes móviles no pueden contaminar un mismo territorio, pues es el caso típico de la contaminación atmosférica, urbana correspondiente a los automóviles, que provocan un nivel de contaminación atmosférica de fondo más o menos constante según la hora del día y la época del año”, las fuentes básicas de contaminación atmosféricas son las siguientes:

## Vehículos automóviles

- ☐ De explosión
- ☐ De diésel
- ☐ De gas
- Ferrocarriles
- Combustible líquido
- Aviación
- Contaminación en aeropuertos
- Contaminación de la estratósfera
- Navegación marina

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1. Lugar de estudio

El lugar de estudio es la Av. Habilitación Urbana, ubicada entre la Carretera Federico Basadre Km. 6.500 y la zona ribereña o inundable del río Manantay, este está ubicado en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

### 7.2. Población y tamaño de muestra

#### Población.

Corresponde a la longitud total de la Av. Habilitación Urbana de 5.200 km.

#### Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, con un muestreo intencional o por juicio basado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Aire, indicando que se considera los puntos de muestreo de 100 a 500 metros de separación según la magnitud del área de influencia. Por ende se considera 19 puntos de monitoreo de calidad de Aire, con 5 repeticiones en diferentes días, siendo un total de 95 muestras de la Av. Habilitación Urbana de Material Particulado PM<sub>10</sub> y 2.5.

Tabla 2 Puntos de ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire

Punto	Coordenada		Punto	Coordenada	
	x	y		x	y
U1	545939.00	9072240.00	U11	546685.00	9069641.00
U2	545997.00	9072025.00	U12	546762.00	9069369.00
U3	546068.00	9071786.00	U13	546846.00	9069077.00
U4	546140.00	9071525.00	U14	546938.00	9068762.00
U5	546211.00	9071277.00	U15	547020.00	9068465.00
U6	546292.00	9071001.00	U16	547102.00	9068189.00
U7	546373.00	9070737.00	U17	547178.00	9067902.00
U8	546442.00	9070484.00	U18	547264.00	9067618.00
U9	546520.00	9070216.00	U19	547340.00	9067356.00
U10	546602.00	9069934.00			

Figura 1 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo



### 7.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

#### a) Diseño de muestreo

Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM .- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire

Según el MINAM (2019), en el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM .- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, se menciona las siguientes condiciones:  
Finalidad: Estación urbana es aquella que permite determinar la concentración de los parámetros de calidad de aire en un área urbana representativa y la estación de tráfico, es aquella que permite determinar la concentración de los parámetros de calidad de aire vinculadas a las emisiones del tráfico terrestre cercano (MINAM, 2019).

Escala: para este estudio se toma la escala Urbana, que permite determinar la concentración dentro de un área de dimensiones tipo ciudad del orden de 4 a 50 km (MINAM, 2019).

Frecuencia y periodo de monitoreo: este depende del tipo de tecnología, donde se el equipo es analizador automático continuo, según el parámetro de Material Particulado debe analizarse por 24 horas en forma continua por 5 días (MINAM, 2019)

#### b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

##### Método de análisis de material particulado por dispersión de luz

Esta técnica se basa en la respuesta de cada partícula del analito a un haz de luz emitido a la corriente de aire que ingresa al equipo automático. En específico, la respuesta de reflexión al haz de luz, permite determinar el tamaño de cada partícula en función de su Angulo de reflexión, así como la cantidad de partículas presentes en la muestra. Por esa razón, estos sistemas son considerados también como contadores ópticos de

partículas. Una vez determinado el tamaño y número de partículas, el equipo automáticamente procede a calcular primero la masa del analito y luego su concentración en microgramos por metro cúbico (MINAM, 2019).

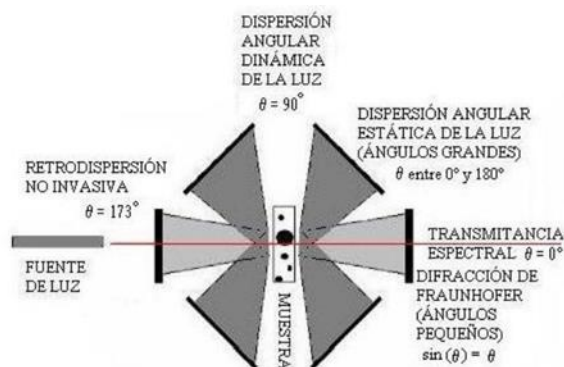


Figura 2 Principales métodos ópticos para la determinación de tamaño de partículas

### Equipo para el análisis



El equipo analizador para calidad de aire multiparamétrico de la marca BOSEAN, permite conocer mediante el método de dispersión de luz la concentración de material particulado de tamaños PM10 y PM2.5, que son captados mediante una bomba de caudal fijo, el equipo cuenta con un Data Logger para almacenar hasta 10000 datos. Este también analiza las condiciones meteorológicas básicas para el análisis, como temperatura, humedad y presión atmosférica.

### Método de uso

- El equipo es colocado en un punto específico de monitoreo con las condiciones de seguridad mínimas y una persona que este al pendiente del equipo.
- Se coloca el equipo en un trípode de 1 a 1.5 metros de altura de las bases.
- Este se coloca como mínimo a 3 metros de la fuente, que no presente arboles a menos de 10 metros, techos y paredes a menos de 2 metros, ya que estas pueden interferir con el análisis.
- Antes de iniciar el equipo realizara un control de parámetros de calibración automática que demora de 1 a 5 minutos.
- Una ves colocado ele quipo se procede a analizar en ratios de 1 minuto por hora, cumpliendo con las 24 horas del día.
- Se procede a recopilar los datos para su análisis de medias.



## Índice de Calidad del Aire (INCA)

El índice de Calidad del Aire (INCA) tiene un valor óptimo comprendido entre 0 y 100, el cual coincide con el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire. El INCA se divide en 4 categorías o calificaciones de la calidad del aire. La banda de color verde comprende valores del INCA de 0 a 50 y significa que la calidad del aire es buena, la banda de color amarillo comprende valores de 51 a 100 e indica una calidad moderada del aire; la banda de color anaranjado se encuentra comprendida entre los valores 101 y el valor umbral del estado de cuidado (VUEC) de cada contaminante, lo que nos indica que la calidad del aire es mala; finalmente el color rojo de la cuarta banda nos indica que la calidad del aire es mayor al valor umbral del estado de cuidado del contaminante, a partir de este valor corresponde la aplicación de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales por parte de la autoridad de Salud (MINAM, 2016).

La determinación matemática del INCA para cada contaminante ( $INCA = \frac{I}{E}$  en las ecuaciones), se basa en una relación entre el valor registrado de la concentración del contaminante (indicado entre corchetes  $[ ]$ ) y su correspondiente valor del estándar de calidad ambiental para cada caso.

Calificación	Valores INCA	Colores
Bueno	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-VUEC*	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

Fuente: (MINAM, 2016).

### Equipos

- Analizador de material particulado por dispersión de luz
- GPS
- Computadora de escritorio
- Cámara fotográfica

### Materiales

- Papel bond A-4
- Sobre de manila
- Folder de manilla
- Perforador
- Lapiceros tinta líquida.

### c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Material particulado: El material particulado afecta la calidad del aire ambiental en la zona de estudio.

Calidad de aire: La calidad del aire se ve afectada por la alta concentración de material particulado.

### d) Aplicación de prueba estadística inferencial.

Se realizará un análisis descriptivo general, para determinar la media, máximo, mínima concentración en la zona de estudio, para la comprobación de la hipótesis se aplicará el análisis ANOVA entre el promedio de concentración de material particulado y los ECA-AIRE

#### 7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Punto de monitoreo	Repetición			Máximo	Mínimo	Promedio	ECA-AIRE
	1	2	3				PM10
U1							
U2							
U..							
U19							

### VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión y aprobación de tesis	x	X										
Monitoreo de calidad de aire de PM 10 y 2.5			x	x	x	X						
Análisis de datos						x	x	x				
Elaboración de informe final									x	x	X	
Revisión de proyecto fina											x	x
Aprobación de tesis												x

### VII. PRESUPUESTO

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
GPS	Días	30.00	10	300.00
Equipo analizador de calidad de aire multiparamétrico	Días	150.00	20	3000.00
Cámara fotográfica	Días	5.00	20	100.00
Papel bond A-4	Millar	25.00	1	25.00
Tablero	Unidad	20.00	1	20.00
Lapiceros	Unidad	5.5	4	22.00
Cinta de seguridad	Rollo	25.00	1	25.00
Conos de seguridad	Unidad	45.00	3	135.00
Alimento de campo	Días	25.00	20	500.00
Transporte local	Global	400.00	1	400.00
Total s/.				4527.00

### VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Tolentino, D., & Suárez-Salas, L. (2020). porte cuantitativo de las fuentes de PM10 y PM2.5 en sitios urbanos del Valle del Mantaro, Perú. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 36(4), 875-892.

- Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4873>
- Becerra Moreno, D., Ramirez Rios, L., Plaza Galvez, L., Oviedo Sanabria, C., & Niño Ovalles, M. (2021). Relación entre la calidad del aire y la incidencia de enfermedades respiratorias en las comunas 4, 6,7 y 8 del municipio de Cúcuta, Norte de Santander. *Ingeniería y Competitividad*, 23(2), 1-13. doi:<https://doi.org/10.25100/iyc.v23i2.9698>
  - Cruz Campas, M., Gomez Alvarez, A., Quintero Nuñez, M., & Varela Salazar, J. (2013). Evaluación de la calidad del aire respecto de partículas suspendidas totales (PST) y metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, durante un periodo anual. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(4), 269-283. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992013000400005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000400005)
  - Herrera Torres, A., Echeverri Londoño, C., Maya Vasco, G., & Ordóñez Molina, J. (2011). PATOLOGÍAS RESPIRATORIAS EN NIÑOS PREESCOLARES Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN (COLOMBIA). *Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(19), 21-32. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n19/v10n19a03.pdf>
  - INECC. (2007). Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos. México: SEMARNAT.
  - Méndez Espinosa, J., Pinto Herrera, L., Galvis Remolina, B., & Pachón4, J. (2017). ESTIMACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESUSPENDIDO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA PAVIMENTACIÓN DE UNA VÍA EN BOGOTÁ. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(1), 43-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91149521003.pdf>
  - Meza, L., Quintero, M., Garcia, R., & Ramirez, J. (2010). Estimación de Factores de Emisión de PM10 y PM2.5, en Vías Urbanas en Mexicali, Baja California, México. *Inf. tecnol*, 21(4), 45-56. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000400007&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000400007&script=sci_abstract)
  - MINAM. (2016). INDICE DE CALIDAD DEL AIRE. Lima: Diario el Peruano. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%c2%b0-181-2016-MINAM.pdf>
  - MINAM. (2017). DS-003-2017 Estándares de calidad ambiental para aire. Lima.
  - MINAM. (2019). Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM .- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire. Lima: Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/65578>
  - MINAM. (9 de Octubre de 2019). Ministerio del ambiente. Obtenido de Estándar de calidad ambiental: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
  - Miranda Casapia, J., & Merma Aruhuanca, L. (2019). Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable y material particulado (PM2.5, PM10) para la gestión de la calidad del aire 2017, en la ciudad de Tacna. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 1(1), 124-138. Obtenido de <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/128>

- Mosqueda Hoyos, E. (2015). Calidad del aire y de los efectos en la salud por pm10, en un tramo de la av. Túpac Amaru, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo- Ucayali - 2015. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2217>
- OMS. (22 de 09 de 2021). Organizacion Mundial de la Salud. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=pa%C3%ADses%20en%20desarrollo.-,Seg%C3%BAn%20estimaciones%20de%202016%2C%20la%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20en%20las%20ciudades,o%20menos%20de](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=pa%C3%ADses%20en%20desarrollo.-,Seg%C3%BAn%20estimaciones%20de%202016%2C%20la%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20en%20las%20ciudades,o%20menos%20de)
- Panduro Bartra, R. (2020). "EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR PM10 Y SU RELACIÓN CON LOS EFECTOS EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI, 2018. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4643/UNU\\_MAESTRIA\\_2020\\_TM\\_ROGER-PANDURO-BARTRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4643/UNU_MAESTRIA_2020_TM_ROGER-PANDURO-BARTRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quijano Parra, A., Quijano Vargas, M., & Henao Martínez, J. (2010). Caracterización fisicoquímica del material particulado fracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de Santander-Colombia. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 8(1), 1-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/903/90315226007.pdf>
- República, C. d. (2005). Ley General del Ambiente LEY Nº 28611. Lima: Diario el Peruano.
- Robles Morales, E. G. (2020). "La contaminación del aire por material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco, 2010 y 2016". Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Rodríguez González, T. E., & Ulloa López, H. E. (2012). "ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LOS SENSORES APLICADOS A LA MECATRONICA PARA PRACTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRONICA CONTROL Y AUTOMATISMO UTILIZANDO EL MODULO DE ENTRENAMIENTO NI-QNET-015". Guayaquil: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL.
- Rojano, R., Angulo, L., & Restrepo, G. (2013). Niveles de Partículas Suspendidas Totales (PST), PM10 y PM2.5 y su Relación en Lugares Públicos de la Ciudad Riohacha, Caribe Colombiano. Información tecnológica, 24(2), 34-46. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642013000200006](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000200006)
- SALINI CALDERON, G., & MEDINA MITMA, E. (2017). ESTUDIO SOBRE LA DINÁMICA TEMPORAL DE MATERIAL PARTICULADO PM 10 EMITIDO EN COCHABAMBA, BOLIVIA. Revista internacional de contaminación ambiental, 33(3), 437-448. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-49992017000300437&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992017000300437&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Santamaria, J. (10 de 03 de 2008). zonahospitalaria.com. Obtenido de <https://zonahospitalaria.com/efectos-del-material-particulado-en-la-salud/>
- Seoáñez, C. M. (2002). Tratado de la contaminación atmosférica



766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798

Problemas, tratamiento y gestión. Madrid: A.G. Cuesta S.A. .

- Soto Gomez, J. (2015). Determinación de la calidad del aire por material particulado (Pm 10), en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (av. Colonización) en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo - Ucayali. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2238>
- TP- Laboratorio Quimico. (2020). [tplaboratorioquimico](https://www.tplaboratorioquimico.com/quimica-general/compuestos-quimicos/reaccion-de-combustion.html). Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/quimica-general/compuestos-quimicos/reaccion-de-combustion.html>



**IX. ANEXO****Cuadro de matriz de consistencia**

Evaluación de la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana, Departamento de Ucayali 2022					
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál es la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5 um en la Av. Habilidadación Urbana, Departamento de Ucayali 2022?	Evaluar la calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5 um en la Av. Habilidadación Urbana, Departamento de Ucayali 2022.	La calidad del aire por Material Particulado PM 10 y 2.5 um en la Av. Habilidadación Urbana, Departamento de Ucayali 2022, es mala.	Independiente Material Particulado	Material particulado PM 10  Material particulado PM 2.5	ug/m3 – PM10  ug/m3 – PM2.5
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente Vías	Vías pavimentadas	Km.
¿Cuál es la concentración de material particulado PM 10 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar?	Determinar la concentración de material particulado PM 10 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.	La concentración de material particulado PM 10 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, supera el ECA.		Vías sin pavimentar	Km.
¿Cuál es la concentración de material particulado PM 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar?	Determinar la concentración de material particulado PM 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.	La concentración de material particulado PM 2.5 en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, supera el ECA.		Tránsito vehicular	Vehículo / Minuto
¿Cuál es el promedio de tránsito vehicular en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar?	Determinar el promedio de tránsito vehicular en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar.	El promedio de tránsito vehicular en la Av. Habilidadación Urbana en el Tramo pavimentado y sin pavimentar, es mayor a 100 vehículos por hora			