



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Determinación de la concentración de partículas en suspensión PM10 en
maderera y molinera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTOR:

Vásquez Huamán, Luis Alberto (ORCID: 0000-0001-5102-7084)

ASESOR:

Ordoñez Ruiz, Karina Milagros (ORCID: 0000-0002-2447)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Ambiental

TARAPOTO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres, porque me dieron la oportunidad de estudiar y por su apoyo incondicional, y gracias a ellos es posible el presente trabajo de investigación.

Agradecimiento

A Dios por darme sabiduría y guiarme, a la doctorara Ana Noemí Sandoval Vergara por trasmitirme sus conocimientos imprescindibles para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, además, agradecer a mis amigos cercanos por su apoyo y ánimos para culminar esta investigación

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MÉTODO	18
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
2.2 Población, muestra y muestreo.....	20
2.3 Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	21
2.4 Procedimiento.....	21
2.5 Métodos de análisis de datos.....	22
2.6 Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS	23
IV. DISCUSIÓN	29
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
Anexos	

Índice de tablas

Tabla 1a. Identificar el grado de contaminación del aire de la molinera del distrito del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	24
Tabla 1b. Identificar el grado de contaminación del aire de la maderera del distrito del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	24
Tabla 2a. Comparar los resultados obtenidos de la molinera con los parámetros establecidos para partículas en grado PM10 por el MINAM en el distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	25
Tabla 2b. Comparar los resultados obtenidos de la maderera con los parámetros establecidos para partículas en grado PM10 por el MINAM en el distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	25
Tabla 3a. Identificar las enfermedades ocasionadas a los trabajadores de la molinera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	26
Tabla 3b. Identificar las enfermedades ocasionadas a los trabajadores de la maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	26
Tabla 4a. Reconocimiento de los equipos que generan mayor material particulado en la molinera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	26
Tabla 4b. Reconocimiento de los equipos que generan mayor material particulado en la maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	27
Tabla 5. Proponer acciones que ayuden a la menora de partículas en suspensión PM10 del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.....	27
Tabla 6. Identificar las horas con mayor índice de contaminación generada por la Molinera Y maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.	28

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo: Determinar la concentración de partículas suspendidas PM10 en madereras y molineras del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019. La metodología que se aplicó para la investigación fue de tipo básico y de diseño no experimental-trasversal, la población que fue seleccionada para realizar la investigación fue el distrito de la Banda de Shilcayo y la muestra seleccionada fueron dos industrias, una Molinera dedicada al pilado de arroz y una maderera, los instrumentos de recolección de datos fueron el equipo PM10 y trabajo de campo como recolección de información. Como resultado se obtuvo que la industria molinera tuvo una emisión total de 271.13 mg/m³ durante 12 horas de monitoreo, mientras que, la industria maderera tuvo una emisión total de 133.80 mg/m³ durante 12 horas de monitoreo. Llegando a la conclusión que las industrias emiten una alta concentración de partículas suspendidas en el aire que a su vez es dañino para la salud de sus colaboradores.

Palabras clave: partículas en suspensión, emisión, monitoreo.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to: Determine the concentration of PM10 suspended particles in timber and mills in the district of the Band de Shilcayo 2019. The methodology that was applied for the investigation was of basic type and of non-experimental-transverse design, the population that was selected to carry out the investigation was the district of the Shilcayo Band and the sample selected were two industries, a Mill dedicated to the piling of rice and a timber company, the data collection instruments were the PM10 team and field work as information gathering. As a result, it was obtained that the mill industry had a total emission of 271.13 mg / m³ during 12 hours of monitoring, while the timber industry had a total emission of 133.80 mg / m³ during 12 hours of monitoring. Reaching the conclusion that industries emit a high concentration of suspended particles in the air which in turn is harmful to the health of their employees.

Keywords: particles in suspension, emission, monitoring.

I. INTRODUCCIÓN

En primera instancia tenemos a la **Introducción**, dentro de ello a la **Realidad problemática**, donde menciona que, en Chile, el contaminante que más excede en nuestro planeta es el material particulado que se encuentra en nuestra atmosfera, además que este tipo de contaminación aún sigue siendo estudiada, las enfermedades que causa son más enfocadas a respiratorias como: asma, alergias, bronquitis, cardio respiratorias. A nivel de Latinoamérica, el Perú ocupa el puesto 21 entre los 50 países con peores índices de contaminación de aire, Chile el puesto 26, México el 33, Brasil el 44 y Colombia el 50, el país de Chile cuenta con las ciudades más contaminadas con partículas en suspensión. Y los países que encabezan esta lista son las asiáticas, teniendo como primer lugar la India, este país triplica las medidas de partículas en suspensión a las ciudades latinoamericanas, tal es el grado de contaminación que es calificado como el peor país para vivir ya que su atmosfera puede llegar hacer dañina para el corazón y los pulmones. También se dice que, en Perú, un país multicultural y diverso que se encuentra en vía de desarrollo, cuenta con 2 millones 600 mil vehículos circulando por las calles. El Perú también presenta gran cantidad de contaminación de atmosfera por partículas en suspensión que se generan por la acción antrópica, como lo son la quema de combustibles fósiles, cementeras, ladrilleras, quemas de caña de azúcar, pollerías, calles sin pavimentar etc. Los gases principalmente emitidos son: monóxido de carbono (CO), contaminantes orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno. El material particulado proviene en mayor cantidad de las fuentes móviles y fijas. Las ciudades consideradas como zonas de consideración de este caso son: Huancayo, Lima-Callao, Piura, Arequipa, Chiclayo, Chimbote, Cuzco, Ilo, Iquitos, La Oroya, Pisco, Trujillo, también Cerro De Pasco. Considerando que el distrito de la banda de Shilcayo - Tarapoto, es una ciudad en vía de desarrollo y crecimiento y por ende está en constante actividad, el transporte con el que cuenta son los mototaxis que por cierto abundan, y los autos, estos generan gran cantidad de dióxido de carbono al aire y más aún cuando alteran los tubos de escape y generan más material particulado y con ello contaminación sonora. Como en toda ciudad también existen empresas como las son las molineras y madereras, estas son las que generan mayores niveles de material particulado en un solo lugar. Los molinos que trabajan las 24 horas al día generando polvo de arroz y las madereras que desprenden gran cantidad de polvo de madera,

cabe mencionar que también el viento ayuda a que estos se dispersen y generen una contaminación más amplia. Luego se realizó la **Formulación del problema**: ¿Cuál será la concentración de partículas suspendidas PM10 en madereras y molinerías, Banda de Shilcayo 2019? Posteriormente nos apoyamos de **Trabajos previos**, teniendo dentro del **Ámbito Internacional** ha VASQUEZ Carlos y et al. *Caracterización del Patrón de Comportamiento de las Partículas en Suspensión en el Valle de México*. (Artículo científico). Revista de tecnología, 2012: 23(3). Concluyó que: Se analizó el inventario de las partículas presentes en el aire, con un diámetro menor a 10µm, en 3 estaciones del valle de México. Dicho estudio se llevó a cabo en los meses de febrero, mayo, agosto, también noviembre, la información obtenida fue analizada por día, los fines de semana y los días de pago que son quincenales. Se concluyó que las estaciones y el empleo del suelo provocan un cambio significativo en los niveles de PM10. Además, se concluye que La estación de monitoreo Mercedes es la más afectada, y los días jueves y viernes son los días más contaminantes, además, el día de pago que está dentro de la semana la contaminación aumenta. También ha ARCINOEGAS César. *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10*. (Artículo científico). Revista de tecnología, 2011: (34). Concluyó que: El material particulado proviene de fuentes naturales o antropogénicas, los equipos empleados para realizar el trabajo de medición del material particulado, trabajan durante 24 horas. El filtro tiende a ser pesado antes del trabajo y después del monitoreo para obtener el peso ganado. Estas generan enfermedades cardiorrespiratorias en las personas, también el deterioro de materiales, entre otros síntomas. Que también es de suma importancia contar con equipos que cuenten con tecnologías y certificaciones para controlar y disminuir las emisiones a la atmosfera. Incluyendo en el **Ámbito Nacional** ha VERLARDE Gabriela. *Determinación de la correlación entre PM2.5 y PM10 en el distrito de San Isidro en Lima*. (Tesis de maestría). Universidad Científica del Sur. Lima-Perú, 2016. Concluyó que: Tras realizarse muestreos en un lapso de un día completo (24 horas), con la meta de lograr medir PM10 y PM2.5 en treinta y cinco días no constantes en los meses de agosto y octubre. Se usaron los equipos de laboratorio automáticos Hivol 3000 – Ecotech y BGI PQ200. Los resultados expresaron la presencia de una analogía efectiva de 0.39 entre los PM2.5 y PM10, valores ajustados al presentado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para aquellos países que se encuentran en desarrollo. Asimismo, se consiguió una correlación de Pearson de 0.66. La analogía alcanzada no avalaría la profecía de valores de PM 2.5 en función al monitoreo de PM10, debido a que se logró una relación de determinación de 44.32%, estando

por debajo para un pronóstico confiable. Sin dejar de lado a MOSQUEIRA Hugo. *Evaluación de las partículas pm2.5 y pm10 en la construcción de la carretera Chota - Cochabamba (Cajamarca)*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú, 2019. Concluyó que: La investigación fue desarrollada en diferentes puntos señalados: Chancadora Doñana, Plaza de Armas de Lajas, Chancadora Ajipampa, Cantera El Molino y Plaza de Armas de Cochabamba. Se logró obtener la concentración de las partículas en suspensión empleando el equipo Handheld 3016AQ, que es ocasionado por el levantamiento de tierra, presencia de máquinas pesadas y molido de agregado. Los resultados no superan los estándares establecidos en los 5 puntos que se monitorearon, sin embargo, Chancadora Ajipampa, la Plaza de Armas de Lajas, Plaza de Armas de Cochabamba y la Cantera El Molino, superan el 50% de los ECA para el PM2.5. En conclusión, la partícula en suspensión en la construcción de la carretera no sobrepasa los ECA. Además de la participación de VARA María. *Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del cusco y su comportamiento* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Cusco-Perú, 2016. Concluyó que: Se procedió a realizar el monitoreo de aire en la ciudad, se escogieron 3 estaciones llamadas: Estación de Limacpampa. estación de calle Ayacucho, La Estación de Av. La Cultura, todos estos están situados en lugares donde abunda los comerciales y presentan mayor nivel de paso vehículos motorizados. Se obtuvo los resultados del monitoreo, donde se determinó la calidad del aire, en los que los resultados concernientes a PM10, fueron en la estación de Limacpampa con 25.8 ug/m³, y en la estación de la avenida La Cultura de 57.1 ug/m³ y en la estación de la calle Ayacucho con 31.7ug/m³, datos que no sobrepasan los ECAs para aire (150 ug/m³ PM10 en 24 Hrs.), pero se encontró adentro de la composición química metales pesados como plomo, aluminio y cadmio. Para luego centrarnos en el **Ámbito Local** con HERRERA Santos. *Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Rioja-Perú, 2011. Concluyó que: Que en la ciudad esta una planta productora de cemento, también el yacimiento donde extraen el material para dicha industria, estas empresas ocasionan contaminación ambiental. Se realizó un programa de monitoreo, la primera etapa se llevó a cabo el 25 de mayo al 2009 y la siguiente parte se realizó del 12 al 19 de setiembre del 2019, se procedió a utilizar equipos de muestreo automáticos para mejores resultados. Se concluyó que, el material particulado correspondiente a partículas de PM10, está dentro de las normas legales del estado peruano, pero se afirma que hay presencia de material en niveles de 10.14 ug/m³ para la estación de

invierno y $13.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la estación de verano, encontrándose en niveles mayores. Con la aportación de RODRÍGUEZ Nelson. *Determinación de la concentración de material particulado menor a 10 micras (PM) en vías urbanas de la ciudad de Tarapoto, Perú* (Tesis de maestría). Universidad Peruana Unión. Tarapoto-Perú, 2017, Concluyó que: Se realizó la selección de 2 estaciones de monitoreo que fueron los jirones Alfonso Ugarte N° 1591 y en la Av. Circunvalación Cdr. 18, el análisis de los datos se elaboró teniendo a la guía de metodología establecida. por el protocolo nacional de monitoreo de calidad de aire establecido por la dirección general de salud ambiental. Conseguidas las acumulaciones de material particulado se procede a la comparación con los estándares establecidos, tendiendo como resultado 33.99 y $33,88 \mu\text{g}/\text{m}$ en ambas estaciones de monitoreo, las cuales demuestran que no exceden los $150 \mu\text{g}/\text{m}$, establecidos, con lo que se concluye que la calidad del aire, está dentro de los niveles establecidos, categorizándola como buena. Teniendo en cuenta a GUEVARA Julio. *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos, Perú* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión. Tarapoto-Perú, 2017. Concluyó que: Los monitores realizados en 2 puntos del distrito de Morales, jirón Victoria Vásquez y jirón Alfonso Ugarte, Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a la metodología establecida por los ECAs para aire, que está avalada por la dirección general de salud ambiental, el equipo utilizado para dicho monitoreo fue Hivol PM 2.5 y se obtuvo las siguientes concentraciones ($20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $14.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $22.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $19.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dichos valores obtenidos no excedieron los estándares establecidos, concluyendo que se considera aceptable o buena la calidad del aire. Posterior a todo ello se hizo la **Justificación Teórica:** El presente trabajo de investigación se justifica mediante el DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM, REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE, teniendo como fechas, el 22/06/2001 se aprobó el presente reglamento, este es un instrumento que busca prevenir y planificar la vigilancia de la contaminación del aire para proteger la salud de la sociedad, también nace con la intención de fomentar que las entidades públicas y privadas cooperen a la mejora de la calidad del aire. Además de los planes de estrategia para lograrlos progresivamente, mejorando así la competitividad del país e iniciar un desarrollo sostenible. Apoyándonos de la **Justificación Práctica:** El material particulado genera gran malestar en la población, ya que genera polvo y escozor en las personas, es importante saber cuánta cantidad de emisión generan estas empresas y comparar con los estándares estipulados por los ECAs para aire, para así generar alternativas de solución ante

este malestar que aunque para los empresarios no puede llegar hacer tan perjuicio, pero para la población si lo es, y por ende se les debe hacer conocer los malestares y riesgos que generan indirectamente. Sin obviar la **Justificación Metodológica:** El material particulado es muchas veces difícil de percibir por la vista, pero si causa malestar en el sentido del olfato, es así que esta contaminación afecta a la poblacional de alrededores. Para llevar a cabo la investigación utilizare herramientas como lo son trabajo de campo que realizare en la población para poder obtener información si el material particulado existente en el aire les afecta o causa malestares de alguna manera y el equipo de laboratorio PM-10 para determinar el grado de contaminación que presentan estas dos industrias a muestrear. Además de la **Justificación Social:** La investigación tendrá como beneficiarios a los colaboradores, ya que la emisión de partículas en suspensión si bien es cierto es emitida en un lugar fijo, pero existen factores que cambian la dirección de esta, como es el viento que dispersa las partículas ocasionando que el lugar contaminado aumente. Es por eso que la investigación ayudará a determinar el grado de contaminación y cuan afectados se ven los colaboradores, con ello se incentivará a buscar soluciones y con ella poner en practica acciones que mejoraran la calidad del aire. Por ende, la **Justificación Conveniencia:** Este trabajo de investigación se realizará a cabo en el distrito de Banda de Shilcayo, ya que allí existe toda una cuadra de madereras que generan gran cantidad de material particulado, y que a su vez botan el exceso de aserrín a orilla del rio Shilcayo lo que genera que la tierra de las orillas se vuelva suave y tienda a desmoronarse. La molinera que está ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo, que por considerarse una empresa que genera tránsito pesado y necesita de mucha aérea es que se ubican fuera de un área urbana, estas generan gran cantidad de polvo producido por la cascarilla de arroz que genera malestar en el personal que labora en dicha empresa, es por tales motivos que la investigación se realizara en los puntos antes mencionados. Luego nos planteamos el **Objetivo General:** Determinar la concentración de partículas suspendidas PM10 en la maderera y molinera del distrito de la Banda de Shilcayo 2019. Esto de desglosa en **Objetivos Específicos:** Identificar el grado de contaminación del aire de la molinera y maderera del distrito del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019; Comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos para partículas en grado PM10 por el MINAM en el distrito de la Banda de Shilcayo, 2019; Identificar las enfermedades ocasionadas a los trabajadores de las industrias del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019; Reconocimiento de los equipos que generan mayor material particulado en madereras y molineras del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019; Proponer acciones que ayuden a la menora de partículas en suspensión PM10

del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019 e Identificar las horas con mayor índice de contaminación generada por molineras y madereras del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019. Finalmente, la **Hipótesis General**: La determinación de partículas en suspensión en grado PM10 beneficiará a la maderera, molinera y colaboradores que laboran en dichas empresas del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.

Como **la fundamentación teórica** se divide en los siguientes subcapítulos: **1 Definición de Partículas en suspensión**: según LEOPOLDO y SCHERER, (2007). “El material particulado consigue ser un elemento transcendental como factor determinante de la calidad de la atmósfera de una ciudad, una zona o sitio, pueden estar depositadas sobre el suelo, aunque generalmente flotan en el aire”. (P, 23), para MESZAROS (1999), “El material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados en el mundo, este se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera” (p. 19) por otra parte BILLET et al (2007) “Estas partículas en suspensión (MP) son una compleja mezcla de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, compuestos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas que pueden interactuar entre sí formando otros compuestos. (p.196). **2. Composición química del PM** según PRENDEZ et al, (2007). La formación de las partículas en suspensión es de compuestos orgánicos e inorgánicos. la masa de cada una de las partículas está integrada principalmente por especies inorgánicas en un 20% y 60% y de igual manera de especies inorgánicas en 1%. Pero, la formación de cada una de las partículas será diverso debido a desarrollos como evaporación, condensación y los factores climáticos que diferencian a las zonas. Del mismo modo GALVIS y ROJAS, (2006). La composición de las partículas en suspensión, está dada principalmente por compuestos, donde se hallan los materiales biológicos, que abarcan a las bacterias, virus, polen y esporas, todos los componentes biológicos se hallan en las partículas inferiores a 10 um, con excepción de los virus. Además, algunos de las mezclas que componen partículas provienen del trascurso de combustión, como lo con el carbono orgánico y carbono elemental, como lo son los metales pesados, quienes se encuentran en cantidades menores. De igual modo BARRIOS, (2007). Las partículas con un compuesto de ácido sulfúrico, sulfato de amonio, agua, material orgánico condensado y material carbonáceo con una figura de hollín, y otros compuestos. Además, las

partículas gruesas son más variables y están formadas por arcilla, sales, nitratos y cuarzo, y por fuente principal de hierro, silicio y calcio. Por eso SENAMHI, (2013). La clasificación del material particulado es según su diámetro aerodinámico que este posea, la clasificación del PM2.5 retribuye a las partículas delgadas cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 um. y PM10 retribuye a las partículas gruesas cuya dimensión o diámetro es inferior a 10 um.

3. Contaminación atmosférica: para SEDDING, (2002). El cambio de la composición del aire o la presencia de energía como ruido, radiaciones, vibraciones, etc.) que comprometa molestia o daño hacia las personas o cualquier forma de vida, es a lo que llamamos contaminación atmosférica. Si la presencia de estos se torna una amenaza para la salud de todos los seres vivos, bienestar y recursos sean directamente o indirectamente se les denomina contaminantes. Según GONZALES et al, (2002). La contaminación atmosférica se ve afectada por la presencia o permanencia temporal de materias gaseosas, sólidas y líquidas diferentes a la composición natural o mayor a la que posee la atmosfera. Además, las contaminaciones atmosféricas se clasifican en naturaleza, química, física y microbiológica. En suma, MINAM, (2017). La calidad es medible por equipos certificados y especializados, Existen muchos contaminantes que alteran la composición del aire, como ejemplo la aparición de gases o partículas emitidas de manera natural y por acciones del hombre. Los países que presentan un crecimiento o desarrollo demandan más uso de energías, recursos como también necesitan de servicios de sus pobladores e industrias, esto genera mayor presencia y liberación de agentes ajenos al aire, que son los gases de efecto invernadero (GEI), que por consiguiente traen consigo problemas a la salud y al medio ambiente. Por otro lado, POPE, (2004). La presencia de material particulado en la atmosfera ocasiona impactos negativos en los materiales, vegetación y en el hombre, causa varios males, entre ellos la menor visualización de la atmosfera, que es ocasionada por la absorción y dispersión de la luz, además, esta ocasiona el aumento del riesgo de muerte cardiopulmonares. Según ARTIÑANO et al, (2003). La emisión de partículas al aire proviene de diferentes actividades diarias, estas actividades son de orígenes tanto naturales como de acciones del hombre, las acciones naturales son las erupciones volcánicas y las partículas que el aire arrastra, las actividades antropogénicas se consideran los gases que emiten los vehículos, de embarcaciones marítimas, algunos autores concuerdan que la mayor emisión de partículas son las que generan los vehículos, lo que causa la alteración o deterioro a la atmosfera y los seres vivos.

4 ECA para aire: según MINAM, (2017). El decreto supremo N° 074-201-PCM reglamente y establece los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, que

a su vez definen parámetros de calidad de aire, parámetros que regula la presencia del material particulado en el aire, el material particulado está dado en microgramos por mm^3 , que tiene como simbología de unidad de medida ug/m^3 . En el año 2008 el MINAM modifica mediante decreto supremo N° 003 – 2017 – MINAM. Los ECAs establecen un indicador limite en PM 10 por 24 hora de $100 \text{ ug}/\text{m}^3$ y para PM 2.5 establece en $50 \text{ ug}/\text{m}^3$ en 24 horas, estos valores son los que están establecidos según los decretos supremos N° 074 – 2001 – PCM y Decreto Supremo N° 003 – 2017 – MINAM, por otro lado, CHAVEZ, (2009). El aire que está presente en nuestra atmosfera es importante ya que es sinónimo de vida, y la importancia de esta es fundamental para la vida, la contaminación del aire ya es crucial cuando se evidencias problemas como: deterioro tanto en flora y fauna, enfermedades a las personas y perdidas de áreas verdes, entre otros. Por ejemplo: En la provincia de Moyobamba, se realizó un estudio de determinación de partículas en suspensión, tuvo como objetivo determinar la densidad de material particulado en el medio atmosférico del distrito de Segunda de Jerusalén, dicho trabajo concluyó que la atmosfera de dicha aérea tiene partículas en suspensión de PM10, lo que afirma que si cumple las normas establecidas. Se encontró presencia de material cuyo peso promedio fue de $10.14 \text{ ug}/\text{m}^3$ para la estación de invierno y para verano fue de $13.37 \text{ ug}/\text{m}^3$, los parámetros indican que el Límite Máximo Permisible (LMP) para PM10, es $150 \text{ ug}/\text{m}^3$. ANGULO, (2008). Posteriormente QUIJANO, (2010). El tener conocimiento sobre la estructura química de las partículas en suspensión es importante, el conocer dicha composición tiene importancia no solo visto desde un punto de vista de la química de la atmosfera, si no de igual manera tiene relevancia en la calidad del aire con la que cuenta las ciudades y el aire que respira los ciudadanos. Mencionar también las propiedades químicas del material particulado influye de manera resaltante en el comportamiento del aire y las consecuencias que este produce en la salud de los seres vivos y el ambiente. **5. Consecuencias de la contaminación del aire:** según ROJAS, (2007). La contaminación del aire es estudiada en diferentes niveles de impacto y el modelo de contaminante emitido, el que genera un efecto a un rango global y los otros que generan un efecto a un rango local. Los gases de efecto invernadero (GEI) son los principales autores de contaminantes a un rango global, dicho gas tiene como consecuencia el calentamiento global, genera también cambio en el clima y consigo la degradación de la capa de ozono que reduce la entrada de la radiación y protege a la biosfera de la misma. Los gases de escala local son responsables de causar la alteración del aire en distritos, consigo también trae la baja calidad de vida de los pobladores, dichos gases están constituidos por contaminantes considerados

de “criterio” por la afectación causada al bienestar de las personas y el ambiente, estos gases son; ozono troposférico, material particulado, óxidos de azufre, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono. Por otra parte, el material particulado es el más dificultoso por las propiedades de tamaño que presenta (desde 0.007 hasta 60 micras), su estructura química (hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos orgánicos, sales, ácidos sulfúricos y nítrico, metales, minerales, etc.) y por las transformaciones que sufre en la atmosfera. La medida con la que con más frecuencia se da es la de PM10, que refiere a las partículas de tamaño menor a las 10 micras, que son las que se encuentran más frecuentemente en el aire por horas o días. La mortalidad y la morbilidad de los habitantes es agrupada a la contaminación de aire que ocasionan altos costos en la sociedad, manifestados en vidas perdidas al poco tiempo, baja productividad y la atención de hospitales a las personas que sufren enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Se demostró que inversiones en la minoría de contaminantes del aire son retribuidas con aumentos en los valores sociales a la morbilidad y mortalidad. Por otro lado, BALLESTER et al, (1999). Una de las consecuencias de un aire contaminado es las enfermedades a las personas, hay probabilidad que el dióxido de azufre y las partículas en suspensión, amplíen el aumento de las enfermedades crónicas. Además, se informó que existe la presencia de niveles de partículas y la menora de la función pulmonar. Se determinó que existen 2 estudios muy importantes en cuanto a contaminación del aire: el primero es popular como el estudio de las 6 ciudades, que se sigue desde el año 1974, a unos 8,111 adultos de seis ciudades de los EE.UU. Los resultados obtenidos indican que las tasas de mortalidad están vinculadas con la contaminación del aire, por los hábitos de fumar en su mayor porcentaje. **6. Efectos en la salud humana:** según DELFINO et al, (2004). Las personas en su mayoría son los más afectados por dichas partículas suspendidas en el medio, tienen como fundamental componentes al amoniaco, al sulfato, el nitrato, polvo de minerales y el carbón, las partículas se clasifican en tamaños y según dicho tamaño es la afectación a la salud, las partículas en PM, tienen un diámetro aerodinámico inferior a los 10 um y PM2.5 tienen un diámetro aerodinámico inferior a 2,5um, por tanto, las afectaciones a la salud son diversos, las molestias más comunes se dan en el sistema respiratorio y cardiovascular. Por consiguiente, SALINAS, (2010). La contaminación de la atmosfera por partículas es un problema que aqueja la integridad de las personas, este tipo de contaminación se dan con mayor frecuencia en las ciudades que por mayor población tiende a tener más movimiento, mencionar además que el invierno contribuye a aumentar las concentraciones de dichas partículas, como consecuencia estas emisiones causan daño a las poblaciones,

generalmente afecta más a los niños. Por otro lado, POMA, (2012). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que las partículas más finas, según su tiempo de densidad, provocan daños en el cuerpo humano. Las personas afectadas presentan enfermedades respiratorias, asma, corazón, congestiones cardíacas, y al seguir exponiéndose a más tiempo pueden llegar a problemas más severos siendo necesario acudir a una clínica. La edad avanzada en las personas es también un indicador de afectación mayor a la salud por presencia de las partículas en suspensión. Por esta razón Las grandes ciudades por su desarrollo y tamaño de población son las que más contaminantes que afectan la salud producen, por el crecimiento de porcentajes de afectados por la salud, sobre todo en las personas que tienen una edad y avanzada. Los efectos que a largo plazo produce las partículas presentes en el aire son difíciles de constatar, se realizaron estudios experimentales y epidemiológicos dieron como respuesta que el estar más tiempo en exposición en los contaminantes del aire tienden a aumentar los síntomas del asma y rinitis. DAVIES et al, (1998). **7. Acciones de prevención:** según ARCINIEGAS, (2011). En sentido de prevención de las partículas emitidas a la atmosfera hace necesaria el descubrimiento y la implementación de ciencias en los equipos para que estos emitan menores cantidades de partículas, implementar tecnologías en el sector agrario y productivo, así como también extender el compromiso de mejora al sector industrial para una mejora continua y responsable. Para concluir, las mediciones que se realizan con equipos para monitorear partículas en el aire pueden existir muchos errores, que además incluyen interferencias, reproducibilidad de los métodos de muestreo y los niveles blancos, por eso cada volumen tiene un nivel de duda debido a los límites de medida de dichos equipos y los operarios de los equipos. Las fuentes primordiales de error son:

- La alteración de tipo artificial de los ejemplares en su observación y maniobra.
- El daño del material recolectado durante la medición de partículas.
- El mal manejo de los filtros a utilizar durante el transporte y su almacenamiento.
- Error en los manejos de datos. GARCIA, (2002).

II. METODOS

2.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

Básica. A este tipo de investigación incluso se le conoce como investigación pura, también como investigación fundamental y exacta, esta, además está encargada o vinculada a un objeto de estudio, sin tener en consideración la aplicación próxima, más considerando los resultados obtenidos de dicha investigación realizada se obtienen nuevas utilidades y por ende más avance científico. **VARGAS (2009)**

La investigación básica busca averiguar cómo es que las cosas funcionan para posteriormente darle un uso. El tipo de investigación es básica porque se buscó brindar recopilar y brindar información a la sociedad para así construir un apoyo de conocimiento que ira en crecimiento.

Diseño de la investigación

No experimental – transversal. Este tipo de estudio es el que se realiza sin manipulación voluntaria de las variables, el examinador solo se determina a observar de forma natural como suceden los hechos, sin intervenir o alterar el entorno en estudio. **HERNANDEZ (2014)**

El diseño transversal, se basa en examinar y analizar un momento dado en un tiempo específico, en este diseño de investigación se recoge información en un tiempo único. Esta se ve basada en sucesos, conceptos o contextos que ya se dieron con anterioridad, también es conocida como investigación “ex post facto” (hechos que ya se suscitaron).

Variable

Partículas en suspensión = Cuantitativa - continua

Operacionalización de variables

variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Partículas en Suspensión	“El material particulado es un contaminante atmosférico que más estudios tiene en el mundo, se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera” MESZAROS (1999),	Las partículas presentes en el aire constituyen un peligro para la salud humana cuando se presenta en concentraciones altas, estas se forman en su mayoría por consecuencia de polvo de pistas, humos de vehículos, polvo de industrias, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Partículas en el aire • Parámetros • Enfermedades causadas • Acciones de prevención • Focos contaminante • Horas de mayor contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Polvo • Hollín • Polen 	Intervalo
				<ul style="list-style-type: none"> • PM 10 por 24 hora de 100 ug/m³ • PM 2.5 establece en 50 ug/m³ en 24 horas • Asma • Rinitis • Molestia en el sistema respiratorio • Implementación de tecnologías • Existencia de zonas verdes • Uso de vehículos públicos • Molineras • Madereras • Vehículos motorizados 	Nominal
				<ul style="list-style-type: none"> • 7 am - 5 pm • 6 am - 12:30 pm 	ordinal

2.2 Población, muestra y muestreo

Población

Es un grupo de objetos o personas de quienes se tiene la intención de conocer algo en una investigación, el total del universo o población está constituida por animales, nacimientos, personas, editoriales, videos, películas, registros médicos, accidentes, muestras de laboratorio, etc. LÓPEZ (2004)

El presente informe de investigación tuvo como población al distrito de la Banda de Shilcayo, perteneciente al departamento de San Martín.

Muestra

La muestra es una parte o subgrupo que representa a una población establecida, en muchos estudios es importante que la muestra sea representativa y para eso se escoge un método adecuado para lograr determinar una muestra aleatoria que ayudara a determinar los datos necesarios. SAMPIERI (2014)

El presente informe de investigación tuvo como muestra a 2 empresas con distintos tipos de rubros, una empresa molinera dedicada al pilado de arroz y una empresa maderera dedicada a los trabajos con madera.

Muestreo

El muestreo es un método muy utilizado para escoger a los integrantes de la muestra que fue seleccionada de una población, esta consiste en reglas, métodos y opiniones con las cuales se escoge un grupo de elementos de la población que manifiestan lo que acontece en la población. LOPEZ (2004)

El siguiente trabajo de investigación es No Probabilístico de tipo por conveniencia puesto que el investigador es quien designa el lugar específico para llevar a cabo la investigación.

Criterio de selección

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector chontamullo, en este sector se encuentran la mayor cantidad de empresas dedicadas al trabajo con madera, que por su cantidad de concentración de polvo de madera que emiten causan un malestar, de igual manera, las empresas molineras dedicadas al pilado de arroz con cascara que emiten polvo en altas concentraciones, estas empresas al no contar con un plan para contrarrestar este malestar, vienen causando incomodidad en vecinos cercanos.

2.3 Técnicas e instrumentos e recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

La técnica que se utilizó en el presente trabajo será el observacional.

Instrumento

El instrumento que se utilizó para el presente trabajo de investigación será Libreta de campo.

2.4 Procedimiento

En la investigación, primeramente, se identificó los puntos con mayor emisión de partículas tanto de la empresa maderera como de la empresa molinera, posteriormente se procede al pesaje del filtro, engrasado y calibración del equipo a utilizar (PM10), para determinar el grado de partículas presentes en el ambiente que emiten dicha empresa, para el monitoreo se instalara el equipo con ayuda de una extensión para jalar energía eléctrica hasta dicho lugar y se realizara un monitoreo constante, durante 24 horas, como lo estipula el reglamento de ECAs para aire, culminado el tiempo de muestreo se procedió al pesaje del filtro y se realizó las operaciones numéricas para la determinación del grado de concentración de partículas en suspensión, además, señalar que dichos resultados se compararon entre las dos empresas muestreados, para determinar qué empresa emite mayor cantidad de partículas en suspensión, también se compararan con los estándares para calidad de aire establecidos por el estado.

2.5 Método de análisis de datos

Los métodos que se utilizaron para cotejar los resultados obtenidos en el equipo, fueron mediante tablas de frecuencia, donde se pudo diferenciar y comparar los resultados obtenidos en ambas empresas y de igual forma comparar los resultados con los ECAs para aire.

2.6 Aspectos éticos

La investigación se desarrolló con la ayuda de fuentes bibliográficas, fuentes de nivel local, nacional e internacional, los cuales ayudaran a aumentar el conocimiento del tema a tratar, se respetará también lo establecido en el año 2017 por el MINAM que modifica mediante decreto supremo N° 003 – 2017 – MINAM. Los ECAs establecen un indicador limite en PM 10 por 24 hora de 100 ug/m³. También se sustenta el uso de la guía de productos observables oficial de la Universidad Cesar Vallejo. Mencionar además que, para el trabajo en campo se debe tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar daños o variabilidad en los datos de las muestras. Además, los usos de los ECAs para aire serán esenciales para comparar los valores obtenidos del monitoreo y así también determinar si las partículas en suspensión superan los valores establecidos.

III. RESULTADOS

Se emplea la siguiente fórmula de PM10 y obtener los resultados en ug/m³

$$PM10 = \frac{P_f - P_i \times 10^6}{V}$$

Donde:

Pf = Es el peso inicial del filtro antes del monitoreo

Pi = Es el peso final del filtro después del monitoreo

V = Es la cantidad de aire capturado por el PM10

- Molino de pilado de arroz

$$PM10 = \frac{P_f - P_i \times 10^6}{V}$$

$$PM10 = \frac{0.1145 - 0.1111 \times 10^6}{12.54}$$

$$PM10 = 271.13 \text{ ug/m}^3$$

- Maderera

$$PM10 = \frac{P_f - P_i \times 10^6}{V}$$

$$PM10 = \frac{0.1077 - 0.1058 \times 10^6}{14.20}$$

$$PM10 = 133.80 \text{ ug/m}^3$$

Tabla 1a.

Grado de contaminación del aire de la molinera del distrito del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Resultados Obtenidos				
Lugar de Monitoreo: Molino “El Consentido”				
Fecha y hora de monitoreo				Concentraciones 12 horas (*) m³
Fecha		Hora		
Inicio	Final	Inicio	Final	
19/11/19	19/11/19	7:00 am	7:00 pm	271.13 ug/m ³

Fuente: Monitoreo realizado con el equipo PM10

Tabla 1b.

Grado de contaminación del aire de la maderera del distrito del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Resultados Obtenidos				
Lugar de Monitoreo: Maderera “Milagros”				
Fecha y hora de monitoreo				Concentraciones 12 horas (*) m³
Fecha		Hora		
Inicio	Final	Inicio	Final	
20/11/19	20/11/19	6:00 am	6:00 pm	133.80 ug/m ³

Fuente: Monitoreo realizado con el equipo PM10

Interpretación: El monitoreo se realizó durante 12 horas que es el tiempo que trabajan las industrias diariamente.

Tabla 2a

Comparación los resultados obtenidos de la molinera con los parámetros establecidos para partículas en grado PM10 por el MINAM en el distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Lugar de monitoreo: Molino “El consentido”			
Concentración 12 horas (*) mg/m³	Índice de Calidad del Aire INCA		
271.13 ug/m ³	Intervalo INKA	µg/m³	Categoría
	0-50	0-75	Buena
	51-100	76-150	Moderada
	101-167	151-250	Mala
	>167	>250	Peligro

Fuente: elaboración propia

Tabla 2b

Comparación los resultados obtenidos de la maderera con los parámetros establecidos para partículas en grado PM10 por el MINAM en el distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Lugar de monitoreo: Maderera “Milagros”			
Concentración 12 horas (*) mg/m³	Índice de Calidad del Aire INCA		
133.80 ug/m ³	Intervalo INKA	µg/m³	Categoría
	0-50	0-75	Buena
	51-100	76-150	Moderada
	101-167	151-250	Mala
	>167	>250	Peligro

Fuente: elaboración propia

Interpretación. Los resultados son comparados con los ECAs para aire y se posiciona en el recuadro de color rojo y mostaza.

Tabla 3a

Enfermedades ocasionadas a los trabajadores de la molinera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Lugar	Consecuencias a la salud Enfermedades causas
Molino	Picazón Ronchas Asma Molestias en el sistema respiratorias

Fuente: elaboración propia

Tabla 3b

Enfermedades ocasionadas a los trabajadores de la maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Lugar	Consecuencias a la salud Enfermedades causas
Maderera	Picazón Ronchas Molestias en el sistema respiratorias

Fuente: elaboración propia

Interpretación. Los daños causados a la salud fueron identificados en los trabajadores de las empresas.

Tabla 4a

Reconocimiento de los equipos que generan mayor material particulado en la molinera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Molino de pilado de arroz	
Tolva de arroz	Aquí se almacena el arroz y al ser suelto al aire libre esta genera partícula.
Pre Limpia	La función de esta máquina, es limpiar el arroz que ingresa al molino y esta se sasmaquea originando polvo.

Fuente: elaboración propia

Tabla 4b

Reconocimiento de los equipos que generan mayor material particulado en la maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Maderera	
Sierra Circular	Realiza cortes a la madera generando polvo
Motosierra	Genera polvo de madera, ruido y CO ₂ .

Fuente: elaboración propia

Interpretación. Los equipos que más contaminación ocasionan fueron identificados a partir del trabajo que realizan.

Tabla 5

Acciones que ayuden a la menora de partículas en suspensión PM10 del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019

Medidas para la menora de material particulado
Uso de maquinarias con ventiladores que almacenen el polvo emitido.
Construcción de un ambiente apto para la captura partículas.
Uso de equipos de seguridad en el personal.
Capacitación de personal.

Fuente: elaboración propia

Interpretación. Las medidas o sugerencias fueron tomadas a raíz de una observación realizada en las industrias

Tabla 6

Horas con mayor índice de contaminación generada por la molinera y maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.

Horas con mayor índice de contaminación	
Lugar	Horas
Molino	7:00 am - 5:00 pm
Maderera	6:00 am - 12:30 pm

Fuente: elaboración propia

Interpretación. Las horas con mayor emisión de partículas fueron obtenidas a partir de los horarios en que los trabajadores están.

IV. DISCUSIÓN

Las partículas en suspensión se han convertido en un tema para que muchos se interesen en investigar, analizar y proponer acciones ante esta problemática, de tal manera que se asegure un medio más limpio para los seres vivos.

En la figura 1 se observa los monitoreos realizados tanto a la industria molinera como en la maderera, las cuales tuvieron un valor de 133.80 mg/m^3 para la molinera y $271/ \text{ mg/m}^3$ para la maderera, valores que se obtuvieron mediante un monitoreo de 12 horas. Según un estudio realizado en la construcción de una carretera en Chota obtuvieron el valor máximo de 37.00 mg/m^3 durante 12 horas de monitoreo, este valor se presentó, en época de verano, MOSQUEIRA (2019). Por ello la presencia elevada de material particulado en las industrias conlleva peligro para sus colaboradores y el medio que rodea.

En la figura 2 se observa los valores que se obtuvieron en ambas industrias, en caso de la molinera se obtuvo un valor de 271.13 mg/m^3 y en la maderera un valor de 133.80 mg/m^3 que, comparados con los estándares que establece el MINAM en las ECAs para aire establecen un indicador límite en PM10 por 24 hora de 100 ug/m^3 MINAM (2017). Lo que indica que ambas industrias sobrepasan el valor establecido por el ente rector, en este caso MINAM.

En la figura 3 se menciona las enfermedades causadas por la presencia de partículas suspendidas en el aire, las más comunes son picazón, ronchas y molestias respiratorias. Un estudio realizado en Segunda Jerusalén-Rioja, menciona que las partículas penetran al sistema respiratorio generando irritaciones y malestares, CLEMENTE (2011). Las molestias causadas se vuelven más dañinas por el calor y la transpiración que el cuerpo genera.

En la figura 4 se observa las máquinas que generan mayor cantidad de partículas al aire, en la maderera tenemos la sierra circular y motosierra, en la molinera se puede apreciar a la tolva de arroz y pre limpia. Una investigación realizada en Chota con la construcción de una carretera, se menciona que se obtuvo la mayor cantidad de partículas porque se generó movimientos de vehículos pesados, transporte de agregados y chancado de piedra.

MOSQUEIRA (2019). Las maquinas o áreas que más partículas emiten suelen ser las que cumplen un papel más importante dentro de la industria.

En la figura 5 se menciona las acciones para mejorar las condiciones de emisiones existentes en las industrias, acciones como el uso de máquinas con ventiladores que almacenen el polvo, uso de mascarillas en el personal y construcción o aislamiento de las máquinas que emiten mayores partículas al aire. La investigación realizada en Chota, con la construcción de una carretera, se menciona que se debe utilizar unidades vehiculares con combustible ecológico, catalizadores que generen la energía de combustión y de esa manera disminuir la emisión de partículas, además, realizar riegos en el aérea con camiones cisternas. MOSQUEIRA (2019). El mejoramiento de las industrias para reducir la emisión de partículas es de vital importancia, ya que es una problemática que afecta a sus trabajadores y medio que lo rodea.

En la figura 6 se determina las horas con mayor emisión de partículas, siendo en la molinera que está en funcionamiento 12 horas corridas la que genera mayor cantidad de partículas, en caso de la maderera solo presenta mayor cantidad de emisiones en horas de la mañana, específicamente de 6:00 am a 12:30pm. Según un estudio realizado en Chota, con la construcción de una carretera, el autor indica que se obtuvo mayor índice de contaminación al aire por partículas en un lapso de 12 horas. MOSQUEIRA (2019). La molinera trabaja las 12 horas corridas, siendo la que más partículas genera en comparación con la maderera.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 Se identificó que el grado de contaminación de las industrias del distrito de la banda de Shilcayo sobrepasan los niveles establecidos y se encuentra en un grado MALO de la calidad del aire.
- 5.2 Se comparó los niveles obtenidos en las industrias, tanto en la maderera con un valor de 133.80 ug/m³ y la molinera con un valor de 271.13 ug/m³, que sobrepasan el valor de 100 ug/m³ por 24 horas que el MINAM establece.
- 5.3 Se determinó las enfermedades o malestares que se presentan con más frecuencia en ambas industrias son escozor, alergia, problemas respiratorios y garganta seca.
- 5.4 Se reconoció los equipos que generan mayor cantidad de material particulado en el caso de la molinera son la tolva de arroz y la maquina pre limpia, en la maderera son la sierra circular y motosierra, estos equipos realizan procesos importantes en la producción de las industrias.
- 5.5 Se propuso acciones que se pueden realizar son el uso de máquinas que incorporen ventiladores que almacenen el polvo emitido, la construcción o aislamiento de las máquinas que producen mayores partículas, evitando que las personas cercanas sufran mayores daños, el uso de equipos de protección en los colaboradores y de igual forma la capacitación de estos, además el sembrío de áreas verdes que ayuda a limpiar indirectamente las partículas presentes.
- 5.6 Se identificó las horas con mayor presencia o emisión de partículas en la molinera fueron de 7:00am a 5:00pm que ya es una empresa que trabaja en horario corrido durante 12 horas, en la maderera es de 6:00am a 12:30pm que es el horario en que el personal se apresura en distribuir los pedidos, además que tiene hora y media de descanso en el almuerzo.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 A la municipalidad, el realizar monitorios continuos a las industrias que generan partículas, elaborar y proponer posibles acciones para que los daños o enfermedades que estas puedan ocasionar no sean considerables y de tal forma velar por la seguridad y salud de las personas del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.
- 6.2 A los propietarios de las industrias, acondicionar sus establecimientos y optar por maquinas más tecnológicas que generen menor cantidad de partículas.
- 6.3 A los colaboradores, Implementar su indumentaria adecuada para mitigar las molestias o enfermedades que las partículas generan en el ambiente de trabajo, además de realizarse exámenes en hospitales para despistar posibles daños a la salud.
- 6.4 A los propietarios, invertir en maquinaria con tecnología y además implementar campanas extractoras, que ayudaran a que exista menos partículas suspendidas en el aire.
- 6.5 A los propietarios, elaboración de plan de contingencia para frenar la emisión de las partículas, la siembra de áreas verdes que ayudara indirectamente a limpiar el aire y la implementación de maquinaria tecnológica.
- 6.6 A los propietarios, considerar las horas de trabajo de sus industrias, en caso de la molinera, trabajar en horas nocturnas podría facilitar el malestar causado por las partículas, ya que en la noche no habrá calor o aire fuerte que aumente el nivel de daños, en las madereras considerar trabajar solo 8 horas con máquinas.

REFERENCIAS

- Angulo L. (2008). *Niveles de partículas suspendidas (PST) PM10 y PM2.5 y su relación en lugares públicos de la ciudad de Riohacha*. Colombia
- Arcinoegas, César. *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10*. (Artículo científico). Revista de tecnología, 2011: (34).
- Artiñano, B. (2003) *Influencia antropogénica y natural en el aerosol PM10 y PM2.5*. Madrid.
- Ballester, Ferran. *Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud*. (tesis de pregrado). Universidad de Valencia. España 1999.
- Barrios José. *Contaminación de ambiente por material particulado generado en las obras civiles*. Sincelejo (tesis de pregrado). Universidad de Sucre. 2007.
- Billet S. *Material particulado ambiental (PM2.5): caracterización fisicoquímica y activación metabólica de la fracción orgánica en células epiteliales de pulmón humano*. Francia (Tesis de pregrado). Universidad delo litoral - costa de Ópalo. 2007
- Guevara Julio. *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos, Perú* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión. Tarapoto-Perú, 2017.
- García Leopoldo, *VI Simposio de Contaminación Atmosféricas*. 14ª. ed. Mexico: García Coliln, 2007. 250p. ISBN: 9789703107858
- Gonzales, María (2002) *Contaminación ambiental*. Ed. paraninfo España, 2007 680p. ISBN 8497321782
- Herrera Santos. *Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin. Rioja-Perú, 2011.
- Hernández, Crhistian. (2013). *Biomecánica del sistema respiratorio*. Universidad Popular del Cesar. Colombia.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. *Metodología de la investigación*. 6ª. ed. Interamericana Editores, 2014. 634p. ISBN: 978 6071502919.
- Mosqueira, Hugo. *Evaluación de las partículas pm2.5 y pm10 en la construcción de la carretera Chota - Cochabamba (Cajamarca)*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú, 2019.

- MINAM. (2017). *Ministerio Del Ambiente. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias*.4p
- Prendez Margarita. *Caracterización de aerosoles antárticos troposféricos finos del extremo norte de la antártica y la vinculación con sus fuentes*. Chile (tesis de pregrado). Universidad de Chile. 2007
- Pope (2004). *Contaminación del aire y salud*. 351p. Escuela de medicina de New Inglaterra.
- Poma, Juan. *Modelo de identificación de factores contaminantes atmosféricos críticos en Lima-Callao*. Universidad Mayor de San Marcos. Lima. 2012.
- Quijano, A. (2010). *Caracterización fisicoquímica del material particulado fracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de Santander*. Colombia
- Rodríguez Nelson. *Determinación de la concentración de material particulado menor a 10 micras (PM) en vías urbanas de la ciudad de Tarapoto, Perú* (Tesis de maestría). Universidad Peruana Unión. Tarapoto-Perú, 2017.
- Relación entre PM2.5 y PM10 en la ciudad de Bogotá. 2^a. ed. Bogotá 15(13). Octubre 2012.
- SENAMHI. (2011) *Evaluación de la calidad del aire en lima metropolitana 2011*. 69p.
- Sedding D, J, 2002. *Contaminación atmosférica*, Edit. Reverte S.A España.
- Salinas, Paulina. *Contaminación atmosférica por material particulado y consultas urgentes por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia periodo mayo-junio*. (tesis de pregrado). Universidad austral de Chile. 2010. Rojas, L. *Las partículas suspendidas, aeropartículas o aerosoles*. Bogotá
- Toro Victoria. (2001). *Calculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Medellín mediante factores de emisión vehicular*. (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia.
- Vargas, F. (2010). *Composición química y cierre masivo de partículas en suspensión en el aire*. Ingeniería e innovación. Bogotá
- Vásquez, Carlos y et al. *Caracterización del Patrón de Comportamiento de las Partículas en Suspensión en el Valle de México*. (Artículo científico). Revista de tecnología, 2012: 23(3).
- Velarde, Gabriela. *Determinación de la correlación entre PM2.5 y PM10 en el distrito de San Isidro en Lima*. (Tesis de maestría). Universidad Científica del Sur. Lima-Perú, 2016.

Vara María. *Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del cusco y su comportamiento* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Cusco-Perú, 2016.

ANEXOS

ANEXO 1. Panel fotográfico de la evaluación de partículas en suspensión de las industrias estudiadas del distrito de la Banda de Shilcayo,2019.



Imagen 1. *Monitoreo en Molino de pilado de arroz*



Imagen 2. *Monitoreo en Maderera*



Imagen 3. Actividades que generan mayor cantidad de partículas al aire en la industria molinera



Imagen 4. Actividad que genera mayor emisión de partículas al aire en la industria maderera

Anexo 2. Panel fotográfico de los resultados analizados en el laboratorio de las industria molinera y maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019



Imagen 5. Equipo muestreador de partículas PM10



Imagen 6. Balanza Analítica

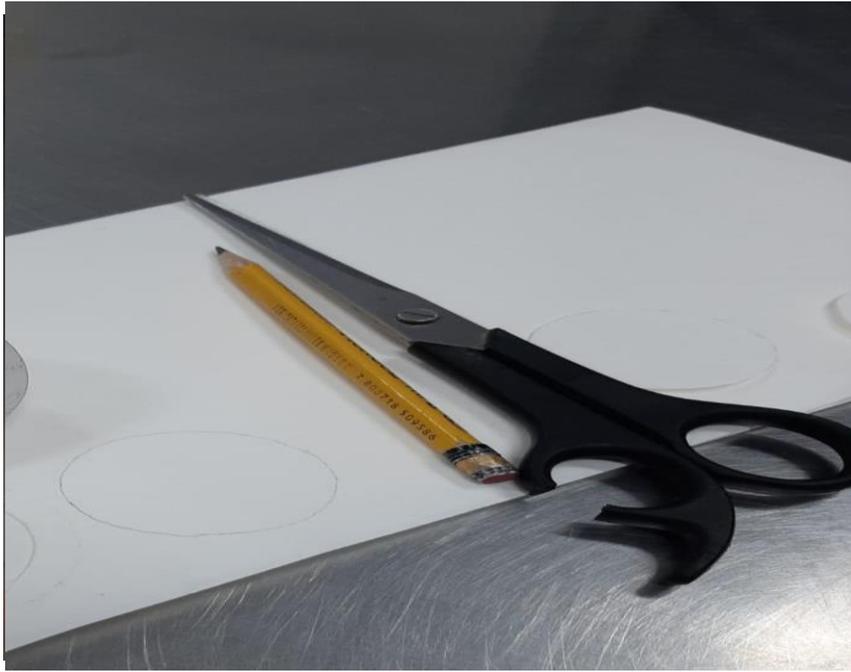


Imagen 7. Tijera, Lápiz, Papel filtro



Imagen 8. *Silicona*



Imagen 9. *Pesado de filtro en balanza analítica antes de realizar el monitoreo*



Imagen 10: *Engrasado y calibración del equipo*

ANEXO 3 Diferencias en los filtros utilizados durante el monitoreo a las industria molinera y maderera del distrito de la Banda de Shilcayo, 2019.



Imagen 12. Antes y después del monitoreo de los filtros