



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL  
PARTICULADO  $PM_{10}$  Y  $PM_{2,5}$  EN EL SECTOR LASSO DE LA  
PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

**Ingeniera en Medio Ambiente**

**Autor:**

Martínez Vásconez Johanna Elizabeth

**Tutor:**

Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra

Latacunga – Ecuador

2019

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“Yo MARTÍNEZ VÁSCONEZ JOHANNA ELIZABETH declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub> EN EL SECTOR LASSO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019” siendo el ING. OSCAR RENE DAZA GUERRA tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....  
MARTÍNEZ VÁSCONEZ JOHANNA ELIZABETH

C.I. 180441275-5

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte MARTÍNEZ VASCONEZ JOHANNA ELIZABETH, identificado con C.C. N° 180441275-5, de estado civil SOLTERA y con domicilio en Izamba - Barrio San José de Chachoan a quien en lo sucesivo se denominará EL CEDENTE; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará EL CESIONARIO en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. -

Fecha de inicio de carrera: **Septiembre 2014**

Fecha de finalización: **Agosto 2019**

Aprobación HCD: **04 de abril del 2019**

Tutor: Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

Tema: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub> EN EL SECTOR LASSO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **EL CESIONARIO** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de julio de abril del 2019.

.....

Martínez Vásconez Johanna Elizabeth

EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub> EN EL SECTOR LASSO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019” de Martínez Vásquez Johanna Elizabeth, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de julio de 2019

.....  
Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

C.I.: 040068979-0

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: **Martínez Vásconez Johanna Elizabeth** con **C.I 180441275-5**

Con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub> EN EL SECTOR LASSO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de julio del 2019

Para constancia firman:

---

Lector 1 (Presidente)

MS.c Patricio Clavijo Cevallos

CC: 050144458-2

---

Lector 2 (Secretario)

Ing. Cristian Lozano Hernández

CC: 060360931-4

---

Lector 3 (Oponente)

Ing. Mg Vladimir Ortiz Bustamante

CC: 050218845-1

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios por ser mi guía en todo el camino de mi vida y bendecir cada uno de mis pasos.

Gracias a mis Padres por ser los principales promotores de mis sueños, alegrías por su entrega de amor y confianza hacia mí y por los valores enseñados.

Finalmente, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por enseñarme grandes conocimientos de cada uno de los docentes y en especial al Mg. Oscar Daza por ser tutor del proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia y compartiendo conocimientos en la formación académica.

**Johanna Elizabeth Martínez Vásconez**



## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mi Madre por ser mi ejemplo de lucha y amor a cumplir mi sueño, en especial le dedico esta tesis a mi Padre Rene Martínez porque con su fuerza y dedicación a su trabajo, logro darme alegrías y sueños que hoy se cumplen.

A toda mi familia por ser el apoyo fundamental en todo mi proceso académico. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa de mi vida con cada una de sus palabras.

**Johanna Elizabeth Martínez Vásquez**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO:** “Evaluación de la Concentración de Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Lasso de la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 – 2019”.

**Autor:** Johanna Elizabeth Martínez Vásconez

### **RESUMEN**

La presente investigación hace referencia a la caracterización y evaluación de las emisiones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ , del área de estudio, realizado en dos puntos del sector de Lasso, en donde se destacan la presencia de industrias como Parmalat y Grupo Familia, así como la presencia de movilidad vehicular. Se caracterizó el área de estudio determinando dos puntos de monitoreo en base a la metodología establecida en la normativa ambiental vigente vinculante a la calidad del aire, se realizó el monitoreo continuo de la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  con el apoyo del equipo E-BAM, tomando en cuenta la metodología de la EPA, luego del monitoreo realizado se elaboró una base de datos con los resultados obtenidos para ser comparados con la normativa ambiental vigente y así proponer medidas estratégicas de mitigación sobre material particulado. En el punto de monitoreo uno, localizado en la Estación de Lasso, se determinó un valor de concentración de material particulado durante las 24 horas de monitoreo, se estableció dos horas pico de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ; con un valor de 69  $ug/m^3$  de  $PM_{2,5}$  a las 18h00 del primer día y un valor de 56  $ug/m^3$  de  $PM_{10}$  a las 17h00 del segundo día. En el punto de monitoreo dos, (Grupo Familia) se determinó un valor de 24  $ug/m^3$  de  $PM_{2,5}$  a las 08h00 del tercer día y un valor de 55  $ug/m^3$  de  $PM_{10}$  a las 11h00 del cuarto día que fueron las horas pico de monitoreo continuo, comparando con las concentraciones de los niveles de alerta, alarma y emergencia de la normativa ambiental vigente del Libro VI del Anexo 4 Calidad de Aire del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) se encuentran dentro del nivel de alerta de las horas pico. Además, se realizó los promedios de los dos puntos de monitoreo de  $PM_{2,5}$  de la Estación de Lasso con un valor de 14,75  $ug/m^3$  y junto a Grupo Familia con un valor

de 9,29 ug/m<sup>3</sup> y para PM<sub>10</sub> en la Estación de Lasso con un valor de 22,792ug/m<sup>3</sup>, y en el punto dos, junto al Grupo Familia con un valor de 13,875 ug/m<sup>3</sup>, los promedios obtenidos fueron comparados con la normativa ambiental vigente, que son PM<sub>10</sub> de 100ug/m<sup>3</sup> y de PM<sub>2,5</sub> de 50ug/m<sup>3</sup>, determina que se encuentran dentro los límites máximos permisibles. Sin embargo, por la creciente industrialización y el aumento del parque automotriz a nivel cantonal, se proponen medidas ambientales preventivas a efectuarse en el área de estudio.

*Palabra clave:*

*Calidad de aire, Contaminación Atmosférica, Contaminación del aire, Material Particulado, Monitoreo, Salud Pública.*

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** “EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF PARTICULATE MATERIAL PM<sub>10</sub> AND PM<sub>2.5</sub> IN THE LASSO SECTOR OF THE PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2018 - 2019”.

**Author:** Johanna Elizabeth Martínez Vásconez

### ABSTRACT

This research referred to the characterization and evaluation of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> particulate matter emissions, from the study area, carried out in two points of the Lasso sector, where the presence of industries such as Parmalat and Grupo Familia stand out, as well as the presence of vehicular mobility. The study area was characterized by determining two monitoring points based on the methodology established in the current environmental regulations binding on air quality, continuous monitoring of the concentration of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> was carried out with the support of the E- team. BAM, taking into account the methodology of the EPA, after the monitoring carried out, a database was prepared with the results obtained to be compared with current environmental regulations and thus propose strategic mitigation measures on particulate matter. At monitoring point one, located at Lasso Station, a concentration value of particulate material was determined during the 24 hours of monitoring, two peak hours of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> were established; with a value of 69 ug / m<sup>3</sup> of PM<sub>2.5</sub> at 6:00 p.m. on the first day and a value of 56 ug / m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> at 5:00 p.m. on the second day. At monitoring point two, (Family Group) a value of 24 ug / m<sup>3</sup> of PM<sub>2.5</sub> was determined at 08h00 on the third day and a value of 55 ug / m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> at 11h00 on the fourth day which were the hours peak of continuous monitoring, comparing with the concentrations of the alert, alarm and emergency levels of the current environmental regulations of Book VI of Annex 4 Air Quality of the Unified Text of the Secondary Legislation of the Ministry of Environment (TULSMA) are within the alert level of peak hours. In addition, the averages of the two PM<sub>2.5</sub> monitoring points of the Lasso Station with a value of 14.75 ug / m<sup>3</sup> and with Grupo Familia with a value of 9.29 ug / m<sup>3</sup> and for PM<sub>10</sub> were made at Lasso Station with a value of 22,792ug / m<sup>3</sup>, and at point two, next to the Family Group with a value of 13,875 ug / m<sup>3</sup>, the averages obtained were compared with current environmental regulations, which are PM<sub>10</sub> of 100ug / m<sup>3</sup> and PM<sub>2.5</sub> of 50ug / m<sup>3</sup>, determines that they are within the maximum permissible limits. However, due to the increasing industrialization and the increase of the automotive fleet at the cantonal level, preventive environmental measures are proposed to be carried out in the study área.

**Keywords:** Air Pollution, Air quality, Air Pollution, Particulate Material, Monitoring, Public Health.

### INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
CAPITULO I.....	6
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	6
6.1 La contaminación atmosférica.....	6
6.2 Material Particulado.....	6
6.2.1 Clasificación Del Material Particulado.....	7
6.2.1.1 Clasificación de acuerdo a la composición de material particulado.....	7
6.2.1.2 Partículas gruesas:.....	7
6.2.1.3 Las partículas finas:.....	7
6.2.1.4 Las partículas ultrafinas:.....	7
6.2.2 Clasificación de PM de acuerdo a la composición.....	9
6.2.2.1 Niebla:.....	9
6.2.2.2 Neblina:.....	9
6.2.2.3 Humo:.....	9
6.2.3 Efectos del material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> sobre la salud humana y el medio ambiente.....	10
6.2.4. Referente a la vegetación.....	12
6.3 MARCO LEGAL.....	12
7. PREGUNTAS CIENTIFICAS.....	16
CAPITULO II.....	16
8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS).....	16
8.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	16

8.1.1 Investigación bibliográfica: .....	16
8.1.2 Investigación de campo: .....	16
8.1.3 Investigación Analítica: .....	17
8.2 TÉCNICAS .....	17
8.2.1 Técnica de campo: .....	17
8.2.2 Observación directa: .....	17
8.3.3 Monitoreo: .....	17
8.3 MÉTODOS .....	17
8.3.1 Método Inductivo .....	17
8.3.2 Método descriptivo .....	17
8.4 INSTRUMENTOS .....	18
8.5 Selección del área de estudio: .....	18
8.5.1 Localización .....	19
8.5.2 Descripción del área .....	20
8.5.3 METODOLOGIA PARA EL MONITOREO DE PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2,5</sub> .....	20
8.5.4 MONITOREO DE LA CONCENTRACION DE PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2,5</sub> .....	23
9.DISEÑO NO EXPERIMENTAL .....	23
10. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS .....	24
10.1 Sistemas de información geográfica: .....	24
10.2 Software Excel: .....	24
10.3 GPS: .....	24
10.4 E-BAM: Es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de la absorción/ atenuación beta. ....	25
CAPITULO III .....	26
11. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	26

12. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACION DE MATERIAL PARTICULADO DEL SECTOR LASSO. ....	33
12.1 INTRODUCCIÓN .....	33
12.2 JUSTIFICACIÓN .....	33
13.3 OBJETIVO GENERAL .....	34
12.4 PROPUESTA DE MITIGACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	41
14. CONCLUSIONES.....	42
15. RECOMENDACIONES.....	43
16. BIBLIOGRAFIA.....	44
17. ANEXOS.....	1

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios del proyecto .....	3
<b>Tabla 2:</b> Actividades con relación con los objetivos.....	5
<b>Tabla 3:</b> Actividades de los niveles de alerta, alarma y emergencia. ....	14
<b>Tabla 4:</b> CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE.....	15
<b>Tabla 5:</b> Ubicación de los puntos de muestreo del sector Lasso. ....	19
<b>Tabla 6:</b> Concentraciones promedio de PM <sub>2,5</sub> de los dos puntos del sector de Lasso y límite de la Normativa TULSMA. ....	29
<b>Tabla 7:</b> Concentraciones promedio de PM <sub>10</sub> de los dos puntos del sector de Lasso y límite máximo permisible de la Normativa TULSMA. ....	30
<b>Tabla 8:</b> Concentraciones promedio de PM <sub>2,5</sub> de los dos puntos.....	31
<b>Tabla 9:</b> Concentraciones promedio de PM <sub>10</sub> de los dos puntos.....	31
<b>Tabla 10:</b> Presupuesto para la elaboración del proyecto .....	41
<b>Tabla 11:</b> CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE.....	1
<b>Tabla 12:</b> Promedio de las 24 horas de PM <sub>2,5</sub> .....	1
<b>Tabla 13:</b> Promedio de las 24 horas de PM <sub>10</sub> .....	2
<b>Tabla 14:</b> Promedio de las 24 horas de PM <sub>2,5</sub> .....	2
<b>Tabla 15:</b> Promedio de las 24 horas de PM <sub>10</sub> .....	3
<b>Tabla 16:</b> Datos de material particulado PM <sub>2,5</sub> .....	4
<b>Tabla 17:</b> Datos de Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	9
<b>Tabla 18:</b> Datos de material particulado PM <sub>2,5</sub> .....	12
<b>Tabla 19:</b> Datos de Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	16



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Clasificación de partículas y la composición de material particulado .....	9
<b>Figura 2:</b> Fuentes de emisión de material particulado .....	10
<b>Figura 3:</b> Efectos de material particulado en enfermedades respiratorias.....	11
<b>Figura 4:</b> Mapa del área de estudio y ubicación de los dos puntos de monitoreo con sus respectivas coordenadas del sector de Lasso, Provincia de Cotopaxi. ....	18
<b>Figura 5:</b> GPS .....	24
<b>Figura 6:</b> E-BAM medidor de partículas .....	25
<b>Figura 7:</b> Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM <sub>2,5</sub> ) .....	26
<b>Figura 8:</b> Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM <sub>10</sub> ).....	27
<b>Figura 9:</b> Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM <sub>2,5</sub> ) .....	27
<b>Figura 10:</b> Horas que determina material particulado (PM <sub>10</sub> ) .....	28
<b>Figura 11:</b> Comparación de la Normativa TULSMA para PM <sub>2,5</sub> límite promedio de concentración en 24 horas.....	29
<b>Figura 12:</b> Comparación de la Normativa TULSMA del límite máximo permisible de PM <sub>10</sub> . ....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

El Material Particulado (PM), es considerado uno de los contaminantes atmosféricos más peligrosos en el mundo y las diferentes industrias origina grandes transformaciones en el ambiente. El Material Particulado (PM), produce efectos sobre la salud de las personas, generada principalmente por vía respiratoria, este riesgo está relacionada con su capacidad de ingresar en los pulmones, alojándose allí, dañando los tejidos e incrementando el riesgo de muerte por causas cardiopulmonares.

Las partículas atmosféricas pueden ser emitidas por una gran variedad de fuentes de origen natural o antropogénico. Respecto a los mecanismos de formación, las partículas pueden ser emitidas como tales a la atmósfera (primarias) o bien ser generadas por reacciones químicas (partículas secundarias). Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación.

El material particulado suspendido en el aire se compone de fragmentos de minerales, cenizas, residuos de combustión de carbón, hollín, desechos orgánicos, granos de polen, esporas, materiales sintéticos, aerosoles de aceites, gotas de rocío de lluvias ácidas y líquidos diversos, los cuales presentan composiciones químicas y físicas diferentes.

En la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, del sector Lasso existe industrias que generan material particulado, con la industrialización de materias primas y la circulación vehicular, se realizó el monitoreo continuo en base a la metodología EPA determinada en la normativa ambiental vigente y con la ayuda del equipo E-BAM.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación se realizó con el fin de evaluar la concentración de material particulado con diámetro menor a  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  micras, generado por las diferentes emisiones, especialmente producidas por la circulación vehicular y de las industrias presentes del sector Lasso, del cantón Latacunga.

La contaminación atmosférica afecta a las ciudades por medio de gases y aerosoles atmosféricos o material particulado (MP). Los problemas que pueden ocasionar la exposición al material particulado son: el aumento a la aparición de enfermedades de origen cardíaco y respiratorio, la reducción de los niveles de la capacidad pulmonar en niños y adultos asmáticos y enfermedades crónicas de obstrucción pulmonar.

En la actualidad la calidad del aire ha tenido diferentes cambios notables por la gran cantidad de emisiones emanadas a la atmósfera, originadas principalmente por fuentes móviles e industrias.

La presente investigación ayudo a conocer el estado actual de la concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  debido a que estas son transformadas o transportadas por procesos atmosféricos y finalmente depositadas, y provocan la degradación de bosques, lagos y suelos, daños a la vida silvestre y humana, así como la corrosión de los materiales de los edificios o construcciones. Durante su permanencia en la atmósfera, las partículas provocan diversos impactos al ambiente; uno de ellos es la disminución de la visibilidad, y otro, su efecto en el cambio climático.

Por lo cual el proyecto fue de vital importancia porque permitió determinar la concentración de material particulado, por medio de dos puntos estratégicos, en donde se obtuvo datos reales del monitoreo realizado, lo que permitió conocer la calidad de aire del lugar y plantear medidas ambientales con respecto a los datos obtenidos.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1:** Beneficiarios del proyecto

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>
Lasso	Cantón Latacunga
Mujeres:3582	Mujeres:74.381
Hombres:3388	Hombres:69.598
Total:6970	Total: 143979

**Fuente:** INEC (2010)

**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Según la OMS en 2016 se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; esta mortalidad se debe a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM2.5), que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y cáncer. Las personas que viven en países de ingresos bajos y medianos soportan desproporcionadamente la carga de la contaminación del aire de exteriores: el 91% de los 4,2 millones de muertes prematuras por esta causa se producen en países de ingresos bajos y medianos, principalmente de las Regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental de la OMS.

En Quito los niveles de partículas menores a 10 micrones (PM10) medidos en el 2014, fueron mayores a los de 2013. La norma anual para este contaminante se cumplió en todas las estaciones monitoreadas: Carapungo, Cotocollao, Belisario, el Camal, Los Chillos, Tumbaco, Jipijapa y Guamaní. Lo mismo sucede con la norma para el promedio de 24 horas, ninguna estación supera la norma de calidad de aire para este período. Los niveles de material particulado han ido disminuyendo a lo largo de estos diez años de muestreo. Desde el año 2004 a 2006, este

contaminante se redujo en el 44%, a partir de este año las concentraciones no registran variaciones significativas. Este contaminante está afectado directamente por las condiciones ambientales.

En la actualidad la calidad de aire presenta un alto nivel de contaminación en la ciudad de Latacunga, a causa de las fuertes emisiones producidas por industrias como de la circulación vehicular, por ende, la investigación se realizó para determinar la concentración de material particulado de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Lasso con el fin de obtener datos reales de la concentración de material particulado.

La cantidad de material particulado de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  no debe pasar los niveles permisibles, de acuerdo a la legislación vigente del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en el Libro VI, Anexo 4 Calidad del aire. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad de aire.

## **5. OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar la concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Lasso de la provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 - 2019.

### **Específicos**

- Caracterizar el área de estudio para la determinación de los puntos de monitoreo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Lasso.
- Monitorear la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el área de estudio mediante la utilización de un muestreador de partículas finas (E-BAM).
- Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos para la comparación con la normativa ambiental ecuatoriana vigente.
- Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Lasso.

## 5.1 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Actividades con relación con los objetivos

Objetivos	Actividad	Resultados	Descripción de la actividad
Caracterizar el área de estudio para la determinación de los puntos de monitoreo de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> en el sector Lasso.	Identificar los puntos para el monitoreo.	Mapa con la ubicación de puntos de muestreo.	Utilización del programa QGIS.
Monitorear la concentración de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> en el área de estudio mediante la utilización de un muestreador de partículas finas (E-BAM)	Mediciones de las partículas en base a la utilización del equipo E-BAM.	Base de datos PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .	Método: Monitoreo Equipo: E-BAM es un monitor automático de PTS (TSP), MP <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .
Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos en base a la normativa ambiental ecuatoriana vigente.	Datos comparados con la normativa vigente.	Análisis de los datos obtenidos del monitoreo con la normativa vigente.	Método: Estadístico Computadora Utilización de programas estadísticos (EXCEL).
Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> en el sector Lasso.	Elaborar medidas ambientales de mitigación de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .	Medidas ambientales y elaboradas.	Con respecto al resultado del monitoreo se elabora medidas de mitigación para el ambiente.

**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

## CAPITULO I

### 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

#### 6.1 La contaminación atmosférica

Según (Atilio, 2013) la presencia de partículas suspendidas, no solo tiene un efecto en la salud humana, sino que también puede provocar un efecto negativo sobre el medioambiente. Algunos ejemplos de estos efectos son la deposición ácida, la afectación de la visibilidad, el balance radiactivo de energía (el cual está relacionado con el cambio climático) y la eutroficación, entre otros.

La contaminación ambiental es un problema que está rebasando límites a nivel mundial, diversas afecciones aparecen día tras día, modificando el curso normal de la naturaleza y arrasando con la vida que encuentra a su paso. Es así como la contaminación atmosférica como parte constitutiva de la contaminación ambiental global, afecta notablemente a la salud de las personas y promueve la degeneración del planeta.

#### 6.2 Material Particulado

Según (Suárez, 2006) el material particulado es un contaminante del aire donde incluye una mezcla compleja de una gran variedad de pequeñas partículas de sólidos y líquidos, tanto orgánicos como inorgánicos, naturales y antropogénicos, de composición variable suspendidos en el aire. El material particulado se emite directamente (material particulado primario) o se forma en la atmósfera a través de conversiones gas a sólido (material particulado secundario). Algunas de esas partículas son lo suficientemente grandes y coloridas, generalmente negruzcas, para observarlas a simple vista, pero otras son tan pequeñas que sólo pueden observarse con ayuda de equipos especializados como el microscopio electrónico. Por lo tanto, se puede indicar que el material particulado tiene una composición diversa que varía en tiempo y espacio.

Por otro lado, según (Warneck & Viana, 2003) el origen del material particulado es muy variado e incluye procesos de combustión de material combustible sólido y líquido (naturales y antropogénicos), actividades agrícolas e industriales, tráfico de vehículos, erosión de suelo, erosión de vías caminos y carreteras, abrasión de llantas y frenos, volcanes, incendios forestales, tormentas de arena, y partículas originadas de organismos vivos incluyendo polen y microorganismos y restos

de ellos, entre muchos otros. Debido a su tamaño, esas partículas pueden estar suspendidas en el aire por periodos prolongados de tiempo (incluso meses) y pueden ser transportadas a grandes distancias de su punto de origen. Los patrones de viento y las condiciones atmosféricas pueden hacer que la concentración de partículas en el aire ambiental varíe día a día e incluso hora con hora.

### **6.2.1 Clasificación Del Material Particulado**

Actualmente, existe una amplia clasificación de material particulado, ya sea por su composición, diámetro, comportamiento atmosférico, etc. En el presente trabajo se enfocó principalmente en las partículas finas con diámetros a  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  micras.

#### **6.2.1.1 Clasificación de acuerdo a la composición de material particulado**

Una de las formas que se clasifican las partículas es gruesas, finas y ultrafinas.

**6.2.1.2 Partículas gruesas:** son aquellas con diámetro aerodinámico superior a 1 micra ( $\mu m$ ). La emisión de estas partículas se produce por acciones mecánicas (erosión, combustión incompleta, triturado de materiales, erosión, etc.) por lo que son principalmente primarias, se forman en su mayoría por procesos mecánicos, como la erosión de la superficie terrestre (materia mineral u otros materiales), o el reventar de burbujas en la superficie de mares y océanos (García F. A., 2006).

**6.2.1.3 Las partículas finas:** son aquellas con diámetro aerodinámico inferior a 1  $\mu m$  y son principalmente de naturaleza secundaria, formadas por reacciones de gases precursores en la atmósfera. (García F. , 2002).

**6.2.1.4 Las partículas ultrafinas:** se forman por nucleación, que es la etapa inicial en la que el gas se convierte en una partícula. Dichas partículas pueden crecer hasta alcanzar el tamaño de 1  $\mu m$ , ya sea por condensación, cuando otros gases se condensan en las partículas, o por coagulación, cuando dos o más partículas se combinan para formar una mayor. (Mogil., 2010)

Otra manera de clasificar el PM por su diámetro es mediante la identificación de diferentes rangos de tamaños de partícula denominados “modos”, que están relacionados en su mayoría con el mecanismo de formación de las partículas: nucleación, Aitken, acumulación y moda gruesa (Warneck S. P., 1998) cómo se observa en la Figura 1

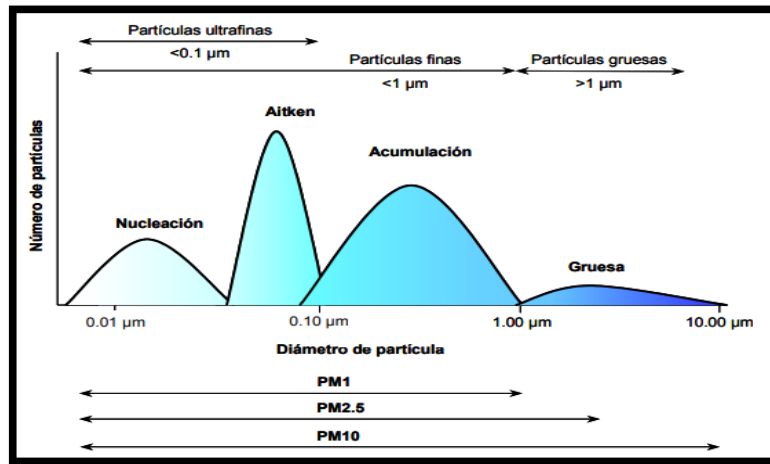
Los modos o rangos principales de partículas se utiliza una clasificación de los procesos de formación y del tamaño de las partículas, estas diversas modas, se conocen como moda de nucleación, Aitken, de acumulación y gruesa (Arciniegas, 2012).



- **Modo nucleación:** (Opazo, 2011) Afirma que el tamaño menor de 20 nm ( $2 \times 10^{-2} \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$ ) son principalmente de partículas que provienen de la condensación de vapores, y su formación depende de las condiciones de presión, temperatura y humedad relativa, así como de la propia concentración del vapor nucleación homogénea, aunque en el proceso de nucleación también pueden intervenir otras partículas finas que estén presentes, las cuales se adhieren a las gotas de vapor formadas por la concentración de este nucleación heterogénea. El mayor número de partículas se encuentra entre 5 y 15 nm. Los únicos gases precursores con capacidad para formar partículas por nucleación homogénea en aire ambiente son el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y el  $\text{NH}_3$ .
- **Modo Aitken:** (Nairobi, 2009) Menciona que el tamaño entre 20 y 100 nm, (0.02-0.1  $\mu\text{m}$ ) de estas partículas pueden ser primarias, emitidas a la atmósfera por procesos naturales o antrópicos, o bien secundarias, es decir, originadas como consecuencia del crecimiento de partículas nucleadas (por ejemplo, por coagulación), por condensación, o por reacciones en fase líquida (por compuestos inorgánicos). La permanencia de este tipo de partículas en la atmósfera es más prolongada que la de las partículas en la moda de nucleación, mientras que su concentración se ve afectada en gran medida por la presencia de actividades humanas.
- **Modo acumulación:** Según (Echeverri & G.J. Maya, 2008) el tamaño entre 100 y 1000 nm, (0.1-1  $\mu\text{m}$ ) son originadas como consecuencia del crecimiento de partículas de la moda Aitken, principalmente por reacciones en fase líquida que ocurren en las gotas de agua en las nubes. Su tiempo de residencia en la atmósfera es grande, ya que los mecanismos de remoción son menos eficientes en este intervalo de tamaños; por tanto, se pueden utilizar como indicadores o trazadores del transporte de largo alcance de las partículas. Por otro lado, las partículas de este intervalo de tamaño tienen efectos ópticos dominantes, ya que son muy eficientes para dispersar la luz y, por ello, afectan la visibilidad.

A continuación, en la figura 1 se observa la distribución de las partículas de acuerdo a su tamaño y moda.

**Figura 1:** Clasificación de partículas y la composición de material particulado



Fuente: Google Imágenes (2019)

## 6.2.2 Clasificación de PM de acuerdo a la composición

De acuerdo a la composición de material particulado se determina los siguientes:

**6.2.2.1 Niebla:** Según (García & Vázquez, 2006) la niebla describe la visibilidad en una nube que está en contacto con el suelo o suficientemente cerca de ello. Este tipo de niebla baja está formada por condensación de aire sobresaturado, que por lo general ocurre cuando la temperatura del aire cae y cuando hay muy poco o ningún viento que sopla. Su composición varía de acuerdo con la temperatura del aire. Cuando la temperatura está por encima de  $0^{\circ}\text{C}$ , la niebla estará formada por diminutas gotas de agua en suspensión, en tanto que si la temperatura es inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  la niebla será una suspensión de diminutos cristales de hielo y pequeñas gotas de agua superfrías.

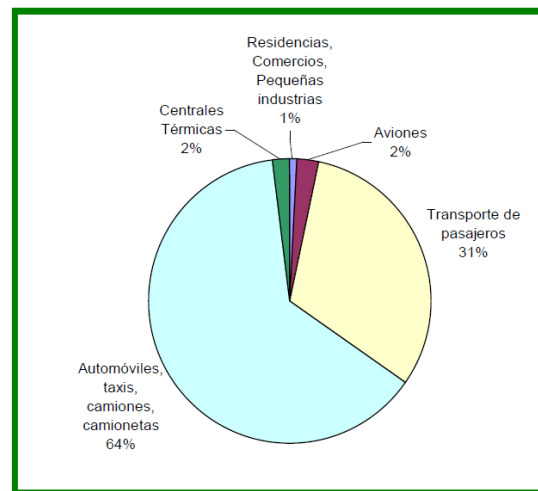
**6.2.2.2 Neblina:** Según (Kampa & Castanas, 2008) es un fenómeno meteorológico, hidrometeoro, que consiste en la suspensión de muy pequeñas gotas de agua en la atmosfera, de un tamaño entre 50 y 200 micras de diámetro, o de partículas higroscópicas húmedas, que reducen la visibilidad horizontal a una distancia de un kilómetro o más. La única diferencia entre neblina y niebla la intensidad de las partículas, que se expresa en términos de visibilidad: Si el fenómeno meteorológico da una visión de 1 km o menos, es considerado como niebla; y si permite ver a más de 1 km, el fenómeno es considerado como neblina.

**6.2.2.3 Humo:** Según (García & Carreras, 2008) el humo es un producto gaseoso de la combustión de materias orgánicas. Se compone principalmente de vapor de agua y pequeñas partículas de

carbón y polvo. La inhalación del humo es la causa primaria de muerte en las víctimas de los incendios. El humo mata por intoxicación debido a sus componentes tóxicos, como el monóxido de carbono y las pequeñas partículas sólidas que taponan los alveolos pulmonares y asfixian a la víctima.

Según (Pedace & Llobera, 1972) observa que las principales fuentes de emisión de material particulado total son las fuentes reales (residencias, comercios, pequeñas industrias, vehículos, aviones que operan en el Aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires,) y en particular los vehículos rodados son responsables del 94.7% de la emisión total. La Figura 2 muestra en forma de diagrama el aporte porcentual de las diferentes categorías de fuentes consideradas. Transporte de pasajeros 31% Automóviles, taxis, camiones, camionetas 64% Centrales Térmicas 2% Residencias, Comercios, Pequeñas industrias 1% Aviones 2% Figura 2. Contribución relativa de las categorías de fuentes consideradas a la emisión anual de material particulado en la Ciudad de Buenos Aires.

**Figura 2:** Fuentes de emisión de material particulado



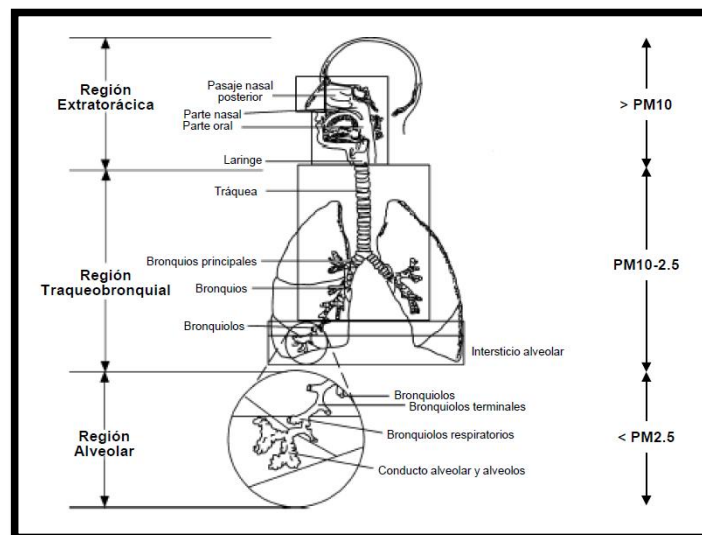
**Fuente:** Buenos Aires (2000)

### 6.2.3 Efectos del material particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ sobre la salud humana y el medio ambiente.

En relación con sus efectos sobre la salud se suelen distinguir; las  $PM_{10}$  (partículas “torácicas” menores de 10 micras que pueden penetrar hasta las vías respiratorias bajas), las  $PM_{2.5}$  (partículas “respirables” menores de  $2.5\mu m$ , que pueden penetrar hasta las zonas de intercambio de gases del pulmón), y las partículas ultra finas (menores de 100 nm, que pueden llegar a pasar por el torrente

circulatorio.) Mientras que las partículas  $PM_{10}$  quedarían retenidas en las vías respiratorias, produciendo efectos a nivel de sistema respiratorio, las partículas menores, como las  $PM_{2,5}$ , tienen la capacidad de pasar al torrente sanguíneo por lo que pueden, potencialmente, dañar cualquier órgano o sistema. Las  $PM_{10}$  están detrás de numerosas enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares, y cánceres de pulmón. En general, la parte gruesa de las  $PM_{10}$  se compone en buena medida de partículas primarias emitidas directamente a la atmósfera tanto por fenómenos naturales (incendios forestales o emisiones volcánicas) como por las actividades humanas, labores agrícolas o de construcción, re suspensión de polvo, actividades industriales, etc. (NIETO, 1993) cómo se puede ver Figura 3.

**Figura 2:** Efectos de material particulado en enfermedades respiratorias



**Fuente:** Representación de las diversas regiones del aparato respiratorio humano (1993).

Unos 3 millones de muertes al año están relacionadas con la exposición a la contaminación de aire de exteriores. La contaminación del aire de interiores puede ser igualmente letal. En 2012, según las estimaciones, 6,5 millones de muertes (11,6% de todas las muertes mundiales) estuvieron relacionadas con la contaminación del aire tanto de interiores como de exteriores.

Casi el 90% de las muertes relacionadas con la contaminación del aire se producen en países de ingresos bajos y medianos, y casi dos de cada tres se producen en las Regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental de la OMS.

El 94% de las muertes se deben a enfermedades no transmisibles, sobre todo a enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, la neumopatía obstructiva crónica y el cáncer de pulmón. La contaminación del aire también aumenta el riesgo de infecciones respiratorias agudas.

#### **6.2.4. Referente a la vegetación**

(Rojas, 2007) Afirma que las partículas finas, tales como las que se encuentran en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Estas partículas pueden ser emitidas directamente de fuentes tales como los incendios forestales, o se puede formar con los gases emitidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los automóviles al reaccionar en el aire. Tanto la vegetación como las diferentes especies existentes en el planeta se ven afectadas completamente por parte de la contaminación de la atmósfera; ya que no solo se trata del aumento de la temperatura o de la fijación del efecto invernadero sino de las secuelas a largo plazo que se implanta en la superficie del planeta, dañando la integridad de la vegetación, así como la buena salud de los animales de todas las especies; aspecto que interviene en la degradación de la cadena alimenticia perteneciente a todos los habitantes del mundo.

### **6.3 MARCO LEGAL**

Se denota de esta manera el marco referencial legal e institucional vigente que rodea al tema propuesto, serán las leyes, normas, reglamentos, convenios e instructivos, que respaldan la realización del Inventario de Emisiones atmosféricas:

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR Publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008.

Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del estado:

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**El capítulo VII está dedicado al régimen sancionador.**

Un régimen que pretende ser coherente con el enfoque integral e integrador de esta ley, con los principios que la inspiran, en particular los de quien contamina paga y de prevención de la contaminación en la fuente y con el hecho particular de que los efectos adversos de la contaminación atmosférica sobre el ambiente atmosférico.

**LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.****CAPÍTULO I**

Disposiciones generales

**Art 3 Definiciones.****A efectos de lo dispuesto por esta ley se entenderá por:**

g) Emisión: Descarga a la atmosfera continua o discontinua de materias, sustancias o formas de energía procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica.

h) Emisiones procedentes de fuentes naturales: Emisiones de contaminantes no producidos directa o indirectamente por actividades humanas, incluyendo fenómenos naturales tales como erupciones volcánicas, actividades sísmicas, actividades geotérmicas, incendios no intencionados en la naturaleza, vientos fuertes, sales marinas o la resuspensión atmosférica o el transporte de partículas naturales de regiones áridas.

**Art 7. Obligaciones de los rituales de instalaciones donde se desarrollen actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera.**

1. Sin perjuicio de aquellas otras obligaciones que puedan establecer las comunidades autónomas, los titulares de instalaciones donde se desarrollen actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera recogidas en el catálogo que figura en el anexo IV, deberán:

e) Cumplir los requisitos técnicos que le sean de aplicación conforme establezca la normativa y, en todo caso, salvaguardando la salud humana y el medio ambiente.

g) Realizar controles de sus emisiones y, cuando corresponda, de la calidad de aire, en la forma y periodicidad prevista en la normativa aplicable.

## Capítulo II Evaluación y gestión de la calidad del aire

### Artículo 9. Contaminantes atmosféricos y objetivos de calidad de aire

2. Las Administraciones públicas, en el ámbito de sus competencias, adoptaran las medidas necesarias para mantener y, en su caso, mejorar la calidad de aire y cumplir los objetivos que se establezcan, de conformidad con lo establecido en esta ley.

### Artículo 10. Evaluación de la calidad de aire.

Deberán realizar una evaluación preliminar de los niveles de contaminantes a los que se refieran los objetivos de calidad de aire, en aquellas partes de sus territorios donde no existan mediciones representativas de dichos niveles.

A continuación, se encuentra la normativa vigente ecuatoriana:

En el Ecuador se encuentra el Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA), que es un reglamento encargado de presentar los límites máximos permisibles en cuanto a suelo, aire y agua. Como objetivo principal es preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. La normativa también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

**Tabla 3:** Actividades de los niveles de alerta, alarma y emergencia.

<b>NIVEL DE ALERTA</b>	<b>NIVEL DE ALARMA</b>	<b>NIVEL DE EMERGENCIA</b>
Es informar al público, mediante los medios de comunicación, del establecimiento del Nivel de Alerta. Restringir la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona de estudio el nivel	Es informar al público del establecimiento del Nivel de Alarma. Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona de estudio el nivel de alarma. Esto podrá incluir	Es informar al público del establecimiento del Nivel de Emergencia. Prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el

<p>de alerta para uno o más contaminantes específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encontrase fuera de operación</p>	<p>en limitar el tiempo de operación para aquellas fuentes fijas que no se encontraren en cumplimiento con las normas de emisión. Suspender cualquier quema a cielo abierto.</p>	<p>nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión, así como vehículos automotores, presentes en la región bajo responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control. Suspender cualquier quema a cielo abierto, e inclusive, proceder a combatir dichas quemas.</p>
--	--	---

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

El libro de referencia para esta investigación es el Libro VI, de Calidad de Aire, Anexo 4, trata de las concentraciones de contaminantes de los niveles de alerta, alarma y emergencia de acuerdo al material particulado.

**Tabla 4:** CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE.

<b>CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>ALARMA</b>	<b>EMERGENCIA</b>
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro horas (ug/m3)	250	400	500
Material Particulado PM 2,5 Concentración en veinticuatro horas (ug/m3)	150	250	350

**Nota:** Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

**Fuente:** Libro VI (TULSMA) Anexo 4 Tabla 1



## 7. PREGUNTAS CIENTIFICAS

¿El monitoreo continuo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  permitió identificar las concentraciones que se encuentren dentro de los niveles de alerta, alarma y emergencia, y así establecer medidas de mitigación?

El monitoreo durante 24 horas permitió determinar la concentración de material particulado, es así que se obtuvo valores óptimos que se encuentran dentro de los niveles de alerta, alarma y emergencia que rige en la normativa vigente de la calidad de aire y de esta manera se estableció medidas de mitigación favorables para el sector de Lasso.

¿La medición de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  ayudo a determinar si la generación de partículas finas en la zona de estudio, se encuentra por debajo de los límites permisibles según la legislación vigente?

La medición del monitoreo realizado ayudo a determinar que los diferentes valores obtenidos durante 24 horas que se realizó el monitoreo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ; se encuentra por debajo de los límites permisibles de la legislación vigente, por lo que no afecta en gran cantidad a la salud de los habitantes del lugar de estudio.

## CAPITULO II

### 8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)

En el presente proyecto se utilizó las siguientes técnicas, métodos e instrumentos que facilitaron el desarrollo del mismo.

#### 8.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

**8.1.1 Investigación bibliográfica:** La información recopilada, ayudo en la identificación del problema, fundamentación científica y estableció conocimientos necesarios para la ejecución del estudio.

**8.1.2 Investigación de campo:** Esta investigación permitió la recopilación de datos y de información a través de la utilización del equipo E-BAM en los diferentes puntos de monitoreo.

**8.1.3 Investigación Analítica:** Permitió el análisis de los resultados obtenidos del monitoreo realizado en los dos puntos, ya que ayudo a verificar si el material particulado se encuentra o no en los límites permisibles de acuerdo a la norma vigente.

## **8.2 TÉCNICAS**

En el proyecto de investigación se utilizarán las siguientes técnicas:

**8.2.1 Técnica de campo:** aplicando esta técnica se realizó visitas in situ en el sector lo que permitió a determinar las mediciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en los puntos de muestreo que se determinó el área de estudio.

**8.2.2 Observación directa:** Ayudó en la recolección de datos, debido a que consistió en observar si existe emanaciones de industrias y circulación vehicular en horas pico en los dos puntos de medición.

**8.3.3 Monitoreo:** mediante esta técnica permitió el diagnostico preliminar de la investigación que se realizó, también se logró identificar puntos estratégicos para la medición de los contaminantes en el lugar de estudio.

## **8.3 MÉTODOS**

### **8.3.1 Método Inductivo**

Permitió generar conocimientos generales de los contaminantes emanados de las industrias cercanas a la parroquia de Lasso, generando un resultado general de cuanto aportan a la contaminación ambiental. Dentro del método inductivo se encuentra las siguientes etapas utilizadas en la investigación.

La observación permitió identificar los dos puntos para realizar el monitoreo de material particulado.

El análisis ayudo en la elaboración de una base de datos de los resultados obtenidos del monitoreo.

La comparación permitió comparar los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente.

### **8.3.2 Método descriptivo**

Se utilizo para delimitar la zona de estudio, el cual va hacer tomado para la medición de material particulado en el sector Lasso.

## 8.4 INSTRUMENTOS

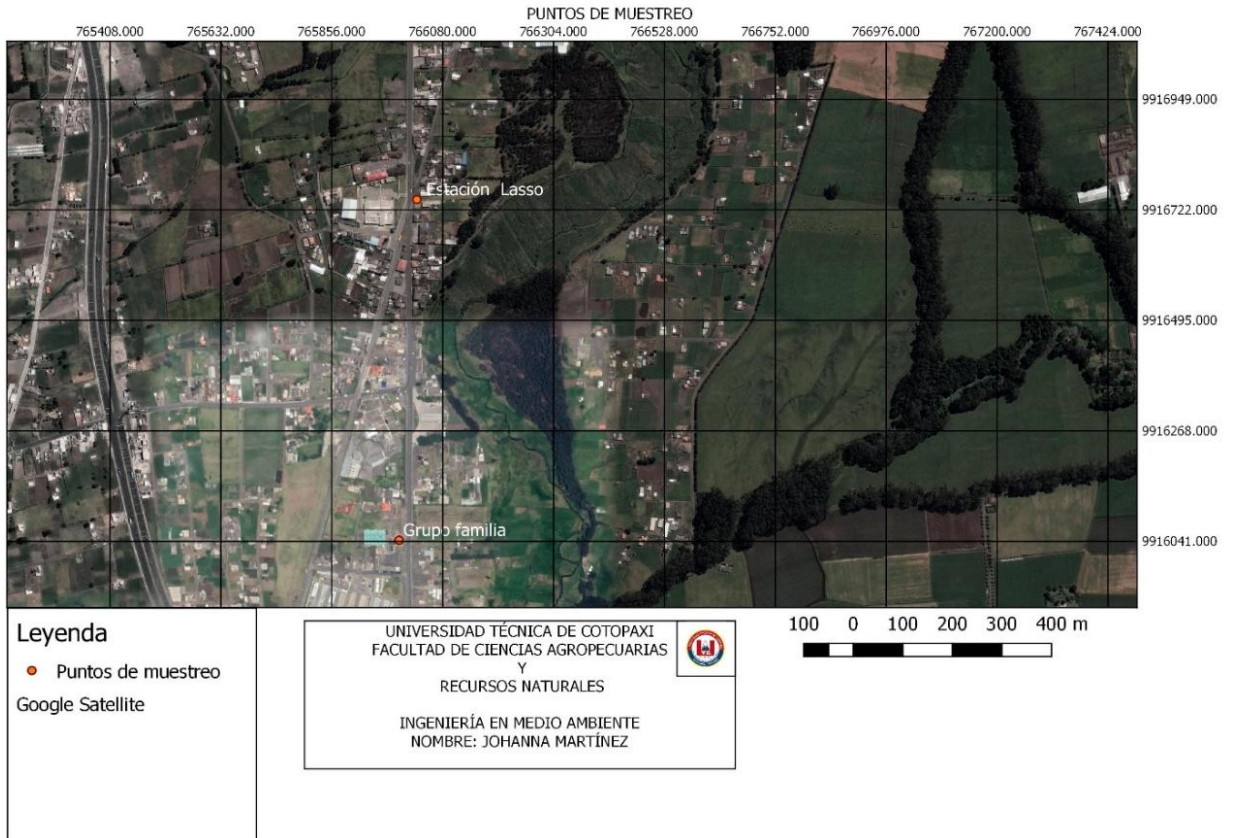
Se utilizo para la medición de material particulado instrumentos como:

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación fueron el GPS que permitió la delimitación del área de estudio y los puntos de muestreo, el programa QGIS ayudo a realizar el mapa del área de estudio.

El equipo E-BAM que ayudo para el monitoreo continuo de las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> en el sector Lasso.

## 8.5 Selección del área de estudio:

**Figura 3:** Mapa del área de estudio y ubicación de los dos puntos de monitoreo con sus respectivas coordenadas del sector de Lasso, Provincia de Cotopaxi.



Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

### 8.5.1 Localización

Tabla 5: Ubicación de los puntos de muestreo del sector Lasso.

Código	Puntos	Lugar	Ubicación (UTM)	
			X	y
P1	Alto	Estación Lasso	766028	9916743
P2	Bajo	Grupo Familia de Lasso	765992	9916043

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

### **8.5.2 Descripción del área**

Lasso se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, el área de estudio se ha determinado mediante los sistemas de información geográfica en dos puntos de muestreo específicos que se denominaron alto y bajo, en los puntos se identificó presencia de automóviles e industrias cercanas.

### **8.5.3 METODOLOGIA PARA EL MONITOREO DE PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub>.**

#### **Selección del Sitio de Muestreo**

El sitio óptimo para el monitoreo del aire ambiental es un lugar donde el E-BAM está cerca de la zona de respiración (breathing zone) de las personas. Sin embargo, por consideraciones prácticas, tales como, la prevención de vandalismo, por seguridad, adecuada accesibilidad, disponibilidad de electricidad, etc., generalmente requiere que el E-BAM sea instalado en un sitio elevado. Dadas estas consideraciones, existe un rango de alturas aceptables que pueden ser usadas.

La fuente de contaminación (p.e. elevada, nivel de suelo, etc.) que impacta el aire ambiente en forma predominante, influencia las consideraciones a tener en cuenta para el sitio de muestreo de localización del E-BAM. En sitios donde la fuente está en una posición elevada, la toma de aire de entrada del E-BAM debe ubicarse entre 2-15 metros sobre el nivel del suelo. En sitios donde la fuente está a nivel del suelo, con gradientes de concentración en pasos verticales, la toma de aire debe ubicarse tan cercana como sea posible a la zona de respiración.

#### **Espaciamiento desde Obstrucciones**

Si el E-BAM es localizado en un techo u otra estructura, debe existir un mínimo de 2 metros de separación desde paredes, parapetos, casas, etc. Los árboles proveen superficies para la deposición de material particulado, como también producen restricción al flujo de aire. Por lo tanto, el E-BAM debería ser ubicado al menos a 20 metros desde la línea de goteo de los árboles (drip line).

El E-BAM debe ser instalado en un área libre de obstrucciones. La distancia entre las obstrucciones y el E-BAM debe ser al menos el doble de la altura en que la obstrucción sobresale del E-BAM. Adicionalmente, debe existir un flujo de aire sin restricción en al menos un arco de 270 (o) alrededor del E-BAM. La dirección predominante para la temporada de mayor contaminación, debe estar incluida en este arco de 270 (o).

### **Espaciamiento desde Carreteras/Caminos (Roads).**

Los monitores ambientales deben ser localizadas más allá de la pluma de partículas concentradas generada por el tráfico. Adicionalmente, los monitores ambientales deberían ser ubicados, no tan cerca, que las partículas más pesadas resuspendidas por el tráfico dominen los niveles de concentración medidos. Los caminos y calles con menor tráfico (menor a aproximadamente 3.000 vehículos por día) normalmente no son considerados una fuente importante de contaminantes provenientes del tráfico vehicular.

Al localizar un E-BAM cerca de una calle de menor tráfico, debe estar a una distancia mayor de 5 metros del límite de la vía de tráfico más cercana y entre 2 a 15 metros sobre el nivel del suelo. Al localizar un E-BAM, por debajo del nivel de una autopista (5 metros o más), debería ser localizado no más cercano a aproximadamente 25 (metros) desde el borde de la pista de tráfico más cercana.

### **Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente**

4.1.2.1 Para los contaminantes criterio del aire, definidos en 4.1.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial.

Partículas sedimentables. - La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ( $1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d}$ ).

Material particulado menor a 10 micrones ( $\text{PM}_{10}$ ). - El promedio aritmético de la concentración de  $\text{PM}_{10}$  de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico ( $50 \text{ ug/m}^3$ ).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico ( $100 \text{ ug/m}^3$ ), Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado  $\text{PM}_{10}$  cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a ( $100 \text{ ug/m}^3$ ).

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM<sub>2,5</sub>). - El promedio aritmético de la concentración de PM<sub>2,5</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 ug/m<sup>3</sup>).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 ug/m<sup>3</sup>).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM<sub>2,5</sub> cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (50 ug/m<sup>3</sup>).

## **Factores climáticos**

### **Tipos de climas que influyen en la parroquia**

#### **Ecuatorial de Alta Montaña**

En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. La montaña, en este sentido, altera las características de la zona climática en la que se sitúa. Por este motivo, no se pueden establecer unos rasgos con validez universal que lo definan, aunque sus variedades climáticas son fácilmente reconocibles, como el clima alpino. Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 6 °C; la oscilación térmica es inferior a los 18° y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm anuales en la zona alta. Este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina.

#### **Clima mesotérmico semihúmedo**

Otro clima del Ecuador y que tiene influencia en la Parroquia, es el mesotérmico semihúmedo. La precipitación anual es de 500 a 2.000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero-mayo y octubre-noviembre. Es el clima que más se encuentra en los valles de la Sierra, exceptuando los valles calientes como Guayllabamba y los que están sobre los 3.200mt de altura. La temperatura media oscila entre 12 y 20° C.

### **Clima mesotérmico seco**

El clima mesotérmico seco se presenta en el fondo de los valles de callejón interandino. Las temperaturas y la vegetación son las mismas que las del clima anterior. Las precipitaciones son inferiores a los 500 mm anuales.

#### **8.5.4 MONITOREO DE LA CONCENTRACION DE PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>**

El monitoreo se realizó en dos puntos distintos de grado de contaminación de Lasso, lo cual se realizó en el mes de mayo 2019 por cuatro días.

#### **Monitoreo de material particulado en la fase de campo**

Se identifico dos puntos específicos en Lasso, se realizó el monitoreo por punto, identificando el grado de contaminación que presentó en los dos puntos, el monitoreo se lo realizo con el equipo que mide la concentración de material particulado llamado E-BAM, el cual permitió realizar el monitoreo continuo de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>; durante las 24 horas como lo menciona en la normativa vigente ecuatoriana.

### **9.DISEÑO NO EXPERIMENTAL**

Se realizaron los cálculos de la concentración de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> utilizando la siguiente formula:

#### **Media**

Mediante esta fórmula se obtuvo un promedio de las 24 horas de monitoreo y así comparar en la normativa ambiental vigente.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

#### **Donde:**

n: número de datos

$\bar{x}$ : promedio de la muestra



## 10. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS

**10.1 Sistemas de información geográfica:** QGIS permitió crear los puntos de muestreo para determinar la ubicación exacta del lugar, además ayudó a caracterizar el lugar y obtener datos veraces.

**10.2 Software Excel:** permitió elaborar una base de datos de los resultados obtenidos del monitoreo en base a la normativa ambiental ecuatoriana vigente.

**10.3 GPS:** Sirvió para la ubicación de los puntos de muestreo y tiene las siguientes características:

**Marca:** GARMIN

**Modelo:** ETREX20

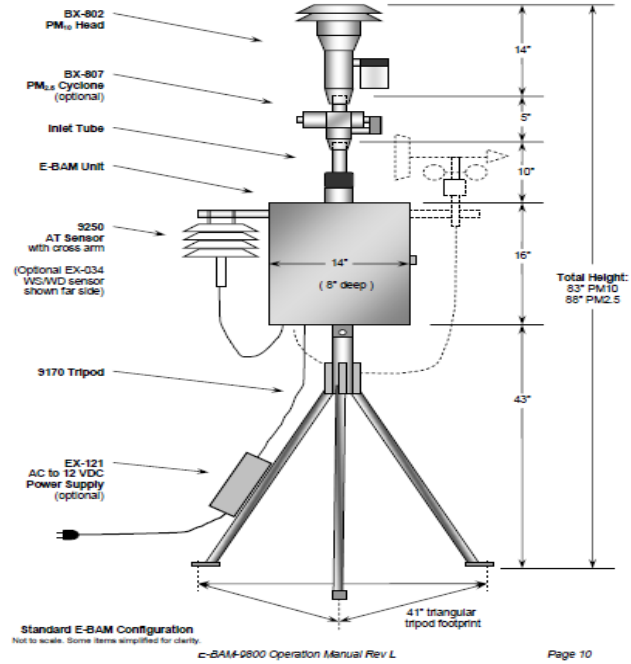
**Pantalla:** TRANSFLEKTIVER 2.2 PULGADAS COLOR

**Figura 4:** GPS



**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

**10.4 E-BAM:** Es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de la absorción/ atenuación beta.



Fuente: Manual de Operación del E-BAM 9800

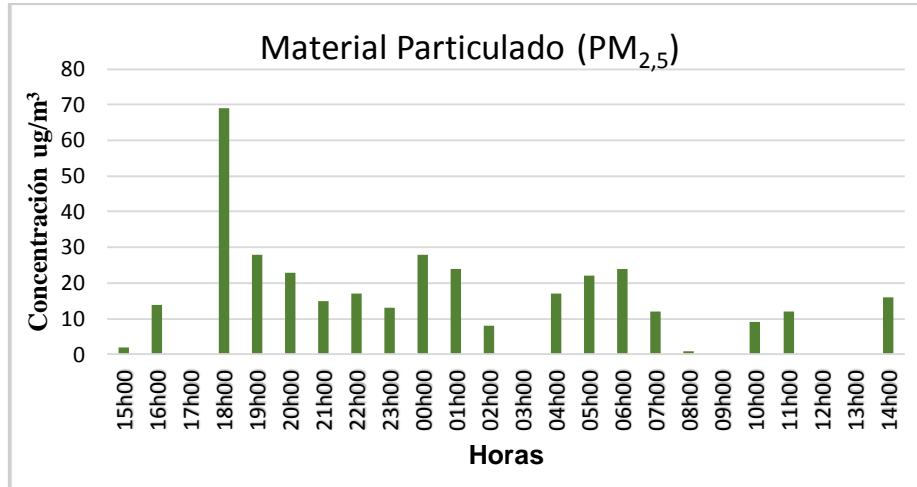
Figura 5: E-BAM medidor de partículas

## CAPITULO III

### 11. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### Punto 1: Estación de Lasso (PM<sub>2,5</sub>)

**Figura 6:** Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM<sub>2,5</sub>)

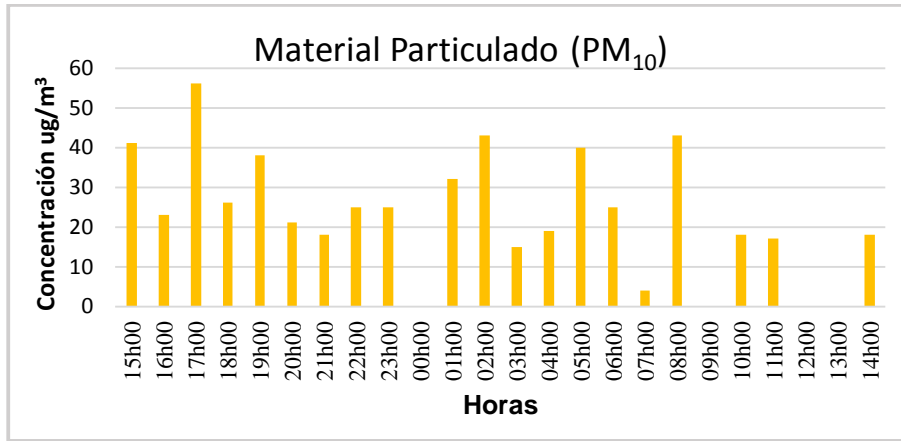


Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

En la siguiente grafica se ilustra el punto 1 de la Estación de Lasso, el monitoreo realizado de PM<sub>2,5</sub> durante 24 horas según lo establece la normativa ambiental vigente de los niveles de alerta, alarma y emergencia. La concentración de material particulado más alta de las 24 horas de monitoreo fue a las 18h00 con un valor de 69 ug/m<sup>3</sup> a diferencia de las demás horas, esto se debe a la operación industrial y circulación vehicular del lugar.

**Punto 1:** Estación de Lasso (PM<sub>10</sub>)

**Figura 7:** Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM<sub>10</sub>)

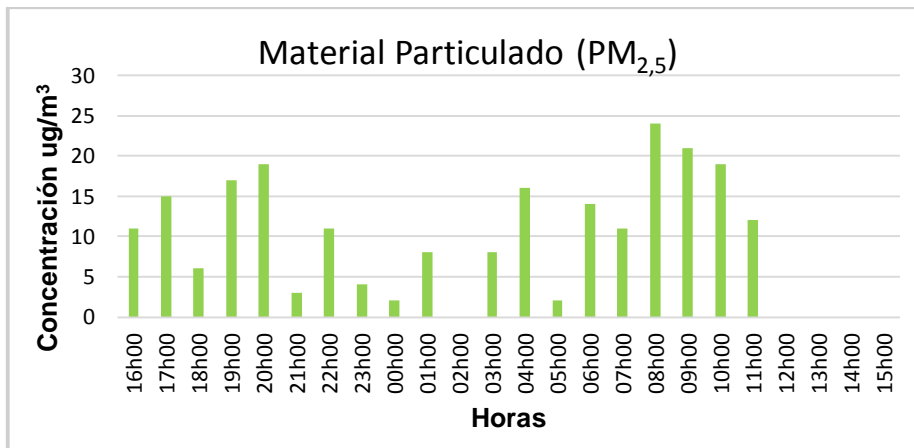


**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

La siguiente grafica se observa el monitoreo realizado de PM<sub>10</sub> en el punto uno, durante 24 horas según lo establece la normativa ambiental vigente, de los niveles de alerta, alarma y emergencia. La concentración de material particulado de las 24 horas de monitoreo continuo fue a las 17h00 con un valor de 69 ug/m<sup>3</sup>, valor que se presenta por los trabajos de empresas industriales cercanas al lugar.

**Punto 2:** Grupo Familia (PM<sub>2,5</sub>)

**Figura 8:** Horas que determina el monitoreo de material particulado (PM<sub>2,5</sub>)

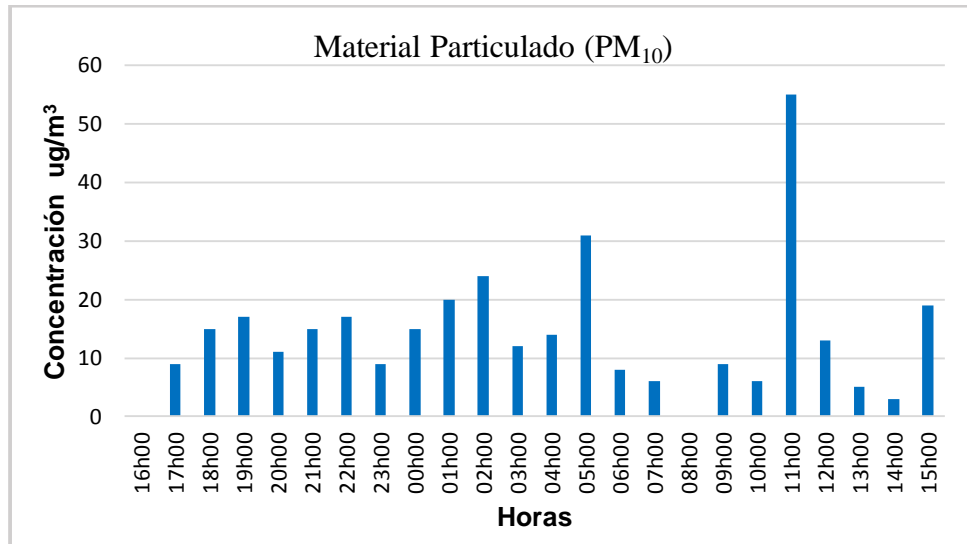


**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

En el punto dos junto a Grupo Familia el monitoreo continuo realizado durante las 24 horas que rige en la normativa ambiental vigente, de los niveles de alerta, alarma y emergencia se determinó que a las 8h00 se obtuvo un valor de  $24\text{ug}/\text{m}^3$  de concentración de material particulado a diferencia de las demás horas. Debido a la presencia de trabajo de grupo familia en esa hora de la mañana.

**Punto 2:** Grupo Familia ( $\text{PM}_{10}$ )

**Figura 9:** Horas que determina material particulado ( $\text{PM}_{10}$ )



**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

En la figura del punto dos, junto a Grupo Familia el material particulado de  $\text{PM}_{10}$  monitoreado durante las 24 horas, se determinó que a las 11h00 se obtuvo un valor de  $55\text{ug}/\text{m}^3$  debido a la presencia de circulación vehicular y trabajo mínimo de la industria de Grupo Familia, comparado con la normativa ambiental vigente de los niveles de alerta, alarma y emergencia, se determina que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

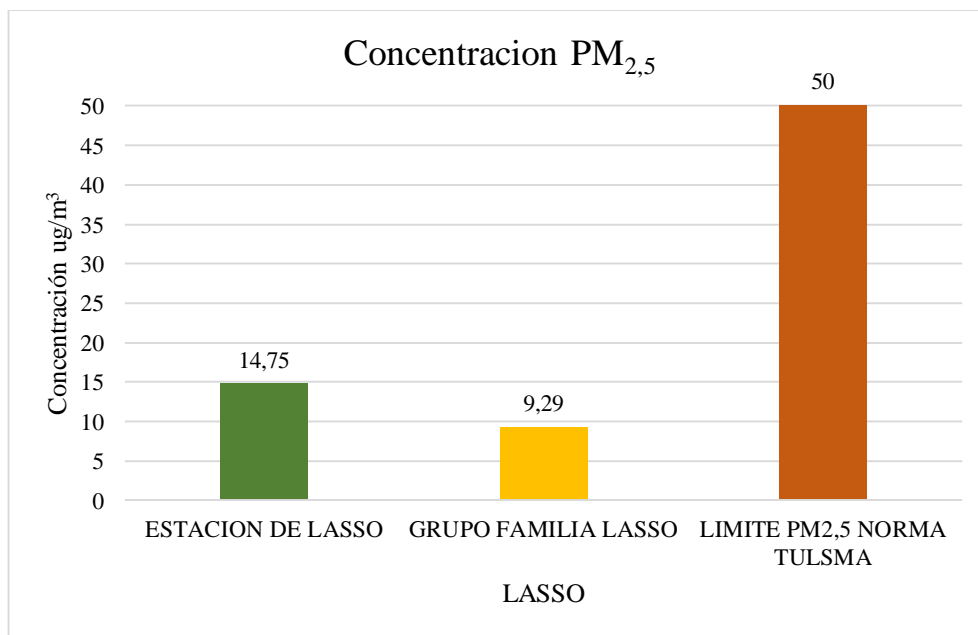
**11.1 Discusión de resultados por medio del promedio de los dos sectores monitoreados y comparados con la normativa ambiental vigente.**

**Tabla 6:** Concentraciones promedio de PM<sub>2,5</sub> de los dos puntos del sector de Lasso y límite de la Normativa TULSMA.

CONCENTRACION PM <sub>2,5</sub>			
ESTACION DE LASSO		14,75 ug/m <sup>3</sup>	
GRUPO FAMILIA LASSO		9,29 ug/m <sup>3</sup>	
LIMITE	PM <sub>2,5</sub>	NORMA	50 ug/m <sup>3</sup>
TULSMA			

**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

**Figura 10:** Comparación de la Normativa TULSMA para PM<sub>2,5</sub> limite promedio de concentración en 24 horas.



**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

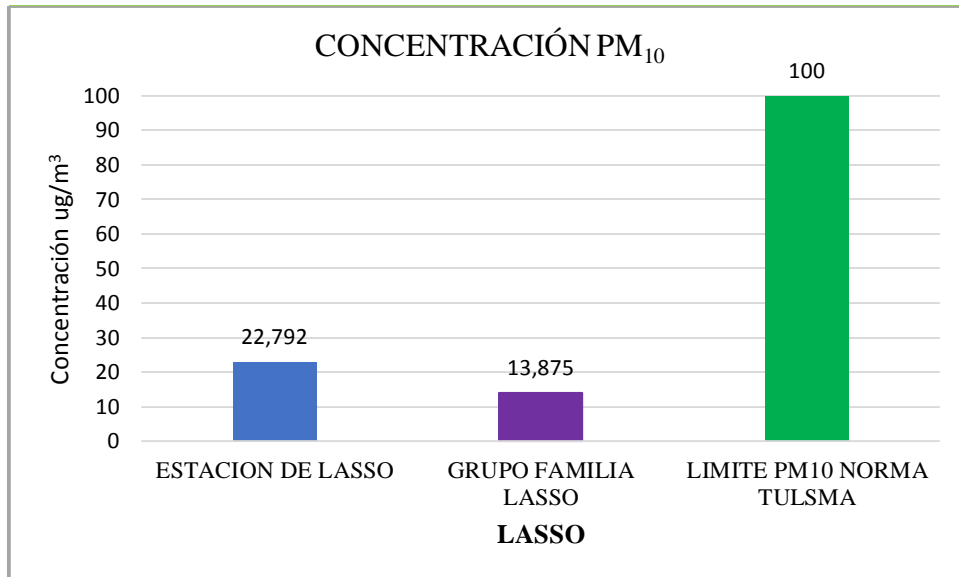
Según la normativa TULSMA la concentración de PM<sub>2,5</sub> es de 50ug/m<sup>3</sup>, comparando los dos promedios tanto del primer punto Estación de Lasso con un promedio de 14,75ug/m<sup>3</sup> y del segundo punto Grupo Familia con promedio de 9,29 ug/m<sup>3</sup>, se determinó que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente.

**Tabla 7:** Concentraciones promedio de PM10 de los dos puntos del sector de Lasso y límite máximo permisible de la Normativa TULSMA.

CONCENTRACION PM <sub>10</sub>			
ESTACION DE LASSO			22,792 ug/m <sup>3</sup>
GRUPO FAMILIA LASSO			13,875 ug/m <sup>3</sup>
LIMITE	PM <sub>10</sub>	NORMA	100 ug/m <sup>3</sup>
TULSMA			

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

**Figura 11:** Comparación de la Normativa TULSMA del límite máximo permisible de PM<sub>10</sub>.



Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

Según la normativa ambiental del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) la concentración de PM<sub>10</sub> es de 100ug/m<sup>3</sup>, se realizó un promedio de 24 horas del punto uno de la Estación de Lasso con un valor de 22,792ug/m<sup>3</sup> y del punto dos Grupo Familia con un valor de 13,875ug/m<sup>3</sup>, comparando los promedios con la normativa ambiental se encuentra dentro los límites máximos permisibles.

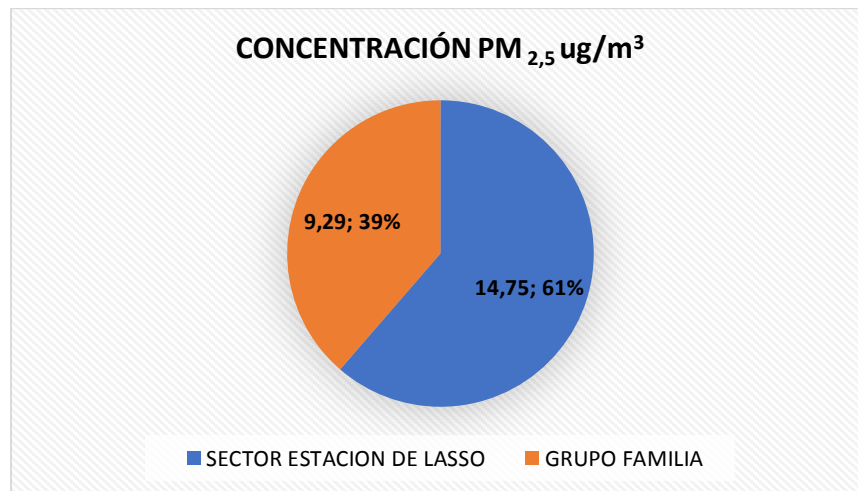
## Comparación de resultados entre los dos puntos monitoreados

**Tabla 8:** Concentraciones promedio de PM<sub>2,5</sub> de los dos puntos.

CONCENTRACION PM <sub>2,5</sub>	
ESTACION DE LASSO	14,75 ug/m <sup>3</sup>
GRUPO FAMILIA	9,29 ug/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

**Figura 11:** Concentraciones promedio PM<sub>2,5</sub>.



Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

La comparación de las concentraciones de monitoreo PM<sub>2,5</sub>, se determinó que los dos puntos de monitoreo del sector Lasso, el primer punto Estación de Lasso se encuentra con mayor concentración de material particulado con un valor de 14,75 ug/m<sup>3</sup> en comparación con el punto dos Grupo Familia con un valor de 9,29 ug/m<sup>3</sup>.

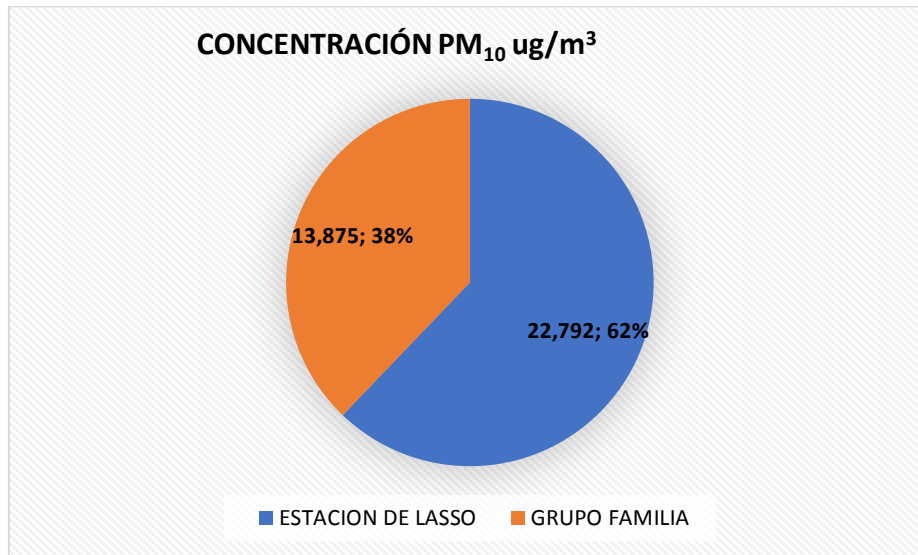
**Tabla 9:** Concentraciones promedio de PM<sub>10</sub> de los dos puntos.

CONCENTRACION PM <sub>10</sub>	
ESTACION DE LASSO	22,792 ug/m <sup>3</sup>
GRUPO FAMILIA	13,875 ug/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)



**Figura 12:** Concentraciones promedio PM<sub>10</sub>.



**Elaborado por:** Johanna Martínez (2019)

Las concentraciones comparadas de PM<sub>10</sub> en los dos puntos de monitoreo en el sector Lasso, se determinó que en el primer punto Estación de Lasso una concentración de material particulado con un valor de 22,792 ug/m<sup>3</sup> en comparación del punto dos Grupo Familia con un valor de 13,875 ug/m<sup>3</sup>, siendo el primer punto con una concentración mayor.

## **12. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACION DE MATERIAL PARTICULADO DEL SECTOR LASSO.**

### **12.1 INTRODUCCIÓN**

La contaminación ambiental se viene dando por varios factores, sea por la actividad humana o de forma natural pero la mayor parte de la contaminación del aire proviene de las fuentes móviles e industrias, produciendo altas concentraciones de contaminantes de material particulado. Los resultados obtenidos del monitoreo continuo de material particulado realizado de las 24 horas, se obtiene un valor de  $69\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  y de  $\text{PM}_{2,5}$  con un valor de  $56\mu\text{g}/\text{m}^3$  comparando con la normativa ambiental vigente se estableció que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

En el sector Lasso se evidencia que no existe un control ambiental sobre las concentraciones de material particulado que generan las industrias y la circulación vehicular originando daño al ambiente del sector.

### **12.2 JUSTIFICACIÓN**

La importancia de realizar la propuesta de estrategias de mitigación del área de investigación del sector está relacionada con la determinación del MP producto de las actividades diarias de las industrias y del parque automotor en el sector de Lasso, reconocido por la contaminación del aire de las concentraciones de material particulado, por sus efectos en el medio ambiente y en la salud de los habitantes del sector; es necesario elaborar medidas de mitigación para mejorar condiciones de vida.

En base a la evaluación realizada sobre material particulado, las medidas que se analizan, implican acciones destinadas fundamentalmente para controlar las situaciones de incremento de concentración de material particulado  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ , ya que al realizar el monitoreo dieron diferentes concentraciones mayores en diferentes horas de los dos puntos monitoreados tomando en cuenta que para  $\text{PM}_{10}$  es  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $\text{PM}_{2,5}$  de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  según la Normativa TULSMA.

### **12.3 OBJETIVO GENERAL**

Proponer medidas estratégicas de mitigación de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector de Lasso en base a los resultados obtenidos del monitoreo.

### **12.4 Medidas Ambientales**

#### **Medida 1**

Socialización de resultados obtenidos durante el monitoreo  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ .

La socialización de los resultados obtenidos en el monitoreo se lo realizara a los habitantes de Lasso, ya que es importante que conozcan como se encuentra la calidad de aire en el sector, y como afecta a la salud de las personas.

**Lugar de ejecución:** Lasso

#### **Responsables:**

Autoridades de Lasso

Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Personal docente y estudiantes

#### **Objetivo**

Socializar los resultados obtenidos durante el monitoreo  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  para plantear acciones que contrarresten las concentraciones de MP.

#### **Actividades:**

- Reunir a las autoridades del sector para informar sobre los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado.
- Explicar sobre la generación de material particulado
- Entregar evidencias físicas de los resultados del monitoreo de material particulado para mejor comprensión de las autoridades.

- Indicar los puntos estratégicos localizados en el sector para el monitoreo de la concentración de material particulado.
- Acordar el tiempo de monitoreo de acuerdo a la Normativa EPA-450/4-87-007 acerca Guías para el monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental.

**Documentos de referencia**

Proyecto de investigación

**Indicadores**

Factores de emisión de las fuentes fijas y circulación vehicular definidos, en el sector.

Descripción del equipo utilizado para la medición (E-BAM).

Hoja de resultados obtenidos en los dos puntos de monitoreo.

**Resultados esperados**

Listado de otras fuentes de emisión de material particulado en el sector Lasso.

Listado de posibles medidas de mitigación para el material particulado.

**Tiempo de Ejecución:** Un mes

**Costo:** 400 \$

**Medida 2**

Capacitación sobre diferentes temáticas ambientales de los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado.

**Lugar de ejecución:** Lasso

**Responsables**

Autoridades de Lasso

Ministerio del Ambiente

Universidad Técnica de Cotopaxi

**Objetivo**

Capacitar sobre diferentes temáticas ambientales de los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado.

**Actividades**

- Coordinar tiempo y espacio para realizar las charlas en el sector, junto con la colaboración de las entidades relacionadas con la contaminación y calidad de aire que presenta el sector.
- Informar a los habitantes de Lasso sobre los efectos de la salud, el medio ambiente que puede presentarse debido a la concentración de material particulado que se manifiesta en el sector gracias al monitoreo realizado de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .
- Comprometerse con los habitantes en realizar monitoreos continuos para determinar la concentración de material particulado en Lasso con el fin de obtener datos más sólidos y factibles de la calidad de aire. Determinando las horas en que se desarrollara y el tiempo de duración del monitoreo.
- Las charlas de capacitación serán impartidas por personal profesional con amplios conocimientos en los temas a tratar.
- Explicar sobre la generación de material particulado por fuentes naturales y antropogénicas.
- Capacitación sobre el monitoreo continuo

**Documento de referencia**

Proyecto de Investigación

**Indicadores**

Datos de los efectos a la salud de las concentraciones de material particulado

Alcance de la participación en la socialización

Acuerdos con las autoridades para determinar puntos estratégicos de monitoreo en el sector.

**Resultado**

La capacitación se lo realizara con la finalidad de concientizar a las personas sobre las consecuencias que causan la contaminación del aire por material particulado.

**Tiempo de Ejecución:** Dos meses

**Costo:** 300 \$

### **Medida 3**

Determinar medidas de mitigación para el control de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>.

**Lugar de ejecución:** Lasso

### **Responsables**

Autoridades del sector Lasso

Ministerio de transporte y obras publicas

Ministerio del Ambiente

**Objetivo:** Determinación medidas de mitigación para el control de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>.

### **Actividades**

- En base a los resultados obtenidos del monitoreo se deberá controlar que las industrias que operan cuenten con las normas establecidas para el trabajo.
- Realizar mantenimiento de los vehículos en base a las especificaciones técnicas del fabricante.
- Analizar el funcionamiento de los centros de revisión y control vehicular con el fin de evitar la contaminación del ambiente del sector.
- Realizar campañas con ayuda de las entidades encargadas de la calidad de aire en el sector de Lasso sobre los problemas respiratorios que pueden presentar los habitantes del sector.

### **Documento de referencia**

Proyecto de investigación

### **Indicadores**

Campaña de difusión e información masiva ejecutada.

Vincular los resultados obtenidos con los medios de verificación que posee la empresa



Capacitación sobre diferentes temáticas ambientales de los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado.																			
Coordinar tiempo y espacio para realizar las charlas en el sector, junto con la colaboración de las entidades relacionadas con la contaminación y calidad de aire que presenta el sector.																			
Informar a los habitantes de Lasso sobre los efectos de la salud, el medio ambiente que puede presentarse debido a la concentración de material particulado.																			
Comprometerse con los habitantes en realizar monitoreos continuos para determinar la concentración de material particulado en Lasso con el fin de obtener datos más sólidos y factibles de la calidad de aire.																			
Explicar sobre la generación de material particulado por fuentes naturales y antropogénicas.																			
Capacitación sobre el monitoreo continuo.																			
Determinar medidas de mitigación para el control de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .																			



<p>En base a los resultados obtenidos del monitoreo se deberá controlar que las industrias que operan cuenten con las normas establecidas para el trabajo.</p>																									
<p>Realizar mantenimiento de los vehículos en base a las especificaciones técnicas del fabricante.</p>																									
<p>Realizar campañas con ayuda de las entidades encargadas de la calidad de aire en el sector de Lasso sobre los problemas respiratorios que pueden presentar los habitantes del sector.</p>																									

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 10: Presupuesto para la elaboración del proyecto

RECURSOS	UNIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
<b>Tutor</b>				
<b>Estudiante</b>				
<b>RECURSO, MATERIALES</b>				
<b>Libreta de Campo</b>	1	Libreta	\$ 1,50	\$ 1.00
<b>Esferos</b>	2		0.80 ctvs.	\$ 1.60
<b>Lápiz</b>	1		0.50 ctvs.	0.50 ctvs.
<b>Resma de hojas</b>	1		4.00 ctvs.	\$ 4.00
<b>RECURSO TÉCNICO</b>				
<b>Impresora</b>	1	200 hojas	0.10	\$ 20.00
<b>Computadora</b>	1	100 horas	0.90 ctvs.	\$ 90.00
<b>GPS</b>	1	20 horas	\$ 8.00	\$ 16.00
<b>QGIS</b>	1		\$ 30.00	\$ 30.00
<b>Cámara fotográfica</b>	1	3 salidas de campo (18 horas)	\$ 2.00	\$ 36.00
<b>OTROS RECURSOS</b>				
<b>Equipo de medición del PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>.</b>	1		\$ 500.00	\$ 500.00
<b>Transporte</b>	1		\$ 50.00	\$ 50.00
<b>Alimentación</b>	3		\$ 9.00	\$ 27.00
<b>Gastos adicionales</b>				\$ 20.00
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 796.10
<b>10% IMPREVISTOS</b>				\$ 79.61
<b>TOTAL</b>				\$ 875.71

Elaborado por: Johanna Martínez (2019)

## 14. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos del monitoreo en el punto uno, la Estación de Lasso; se determinó que durante las 24 horas de monitoreo continuo se logró una mayor concentración de  $PM_{2,5}$  a las 18h00 con un valor de  $69\mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $PM_{10}$  a las 17h00 una concentración de  $56\mu\text{g}/\text{m}^3$  de material particulado, comparado con la normativa ambiental vigente de los niveles de alerta, alarma y emergencia se establece que se encuentra dentro del nivel de alerta debido a la concentración material particulado que presentó.
- En el punto dos, junto a Grupo Familia su mayor concentración de material particulado de las 24 horas de  $PM_{2,5}$  fue a las 08h00 con un valor de  $24\mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $PM_{10}$  a las 11h00 con un valor de  $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ , comparando con la normativa ambiental vigente de los niveles de alerta, alarma y emergencia se determina que se encuentra dentro del límite de alerta debido a la concentración de material particulado.
- Los promedios realizados de los monitoreos continuos de  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$  de los dos puntos, se determinó que en el primer punto estación de Lasso alcanzo un promedio de  $PM_{2,5}$  con un valor de  $14,75\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un valor de  $22,792\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{10}$  y en el segundo punto de Grupo Familia un promedio de  $PM_{2,5}$  con un valor de  $9,29\mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $PM_{10}$  con un valor de  $13,875\mu\text{g}/\text{m}^3$  de las 24 horas realizadas del monitoreo, comparado con la normativa ambiental el promedio de concentración de  $PM_{2,5}$  es de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $PM_{10}$  es de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo tanto, se establece que los promedios de material particulado de los dos puntos de monitoreo se encuentran dentro los límites máximos permisibles de la normativa.
- Se propuso estrategias de mitigación que favorezca a los habitantes de Lasso, tomando en cuenta los resultados obtenidos de concentración de material particulado, en los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente.

## 15. RECOMENDACIONES

- Durante el monitoreo es necesario tomar las debidas precauciones, tanto como la utilización del equipo y la correcta medición siguiendo las normas establecidas en el TULSMA.
- Continuar realizando monitoreos de material particulado por lo menos una vez cada año, tomando en cuenta la época de año para la generación de una base de datos más sólida.
- Cada una de las entidades gubernamentales y no gubernamentales apoyar y participar directamente en los proyectos de investigación para determinar la calidad de aire de la ciudad y la provincia.
- Determinar según estudios realizados de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  la composición química y física que presenta el material particulado con el fin de conocer el grado de contaminación presente en su composición química.
- Tomar en cuenta al momento de realizar el monitoreo de material particulado que el equipo de medición se encuentre calibrado para su respectiva medición.
- Siempre basarse en la metodología de la normativa ambiental vigente para realizar la medición de material particulado con el fin de no presentar ningún margen de error.

## 16. BIBLIOGRAFIA

- Arciniegas, S. C. (2012). DIAGNOSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTICULAS SUSPENDIDAS. Luna Azul,: 195-213.
- Ahmad OB, Lopez AD, Inoue M (2000). Reevaluación de la disminución de la mortalidad infantil. Boletín de la Organización Mundial de la Salud, Recopilación de artículos No. 4: 83-99. Recopilación de artículos publicados en inglés en el Bulletin of the World Health Organization, 2000, 78 (7-12).
- Atilio, E. (2013). Contaminación: Contaminación Atmosférica. Catamarca, Argentina: Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca.
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial 449 de 20-oct-2008 Ultima modificación: 13-jul-2011 Estado: Vigente
- Echeverri, C., & G.J. Maya. (2008). Relación entre las partículas finas (PM2.5) y respirables (PM10). Medellin 7(12), 23-42: Revista de Ingenierías Universidad de Medellín.
- García, F. (2002). Determinación de la Concentración de Fondo y Distribución Espacial de PST. Control de la Contaminación Ambiental. Universidad del Magdalena. Colombia.
- García, F. A. (2006). Distribución espacial y temporal de la concentración de material particulado en Santa Marta, Colombia. . Revista Facultad Nacional de Salud Pública.
- García, M., & Carreras, H. (2008). Análisis de la genotoxicidad de material particulado recolectado. Provincia de Córdoba, Argentina: Theoria.
- García, N., & Vázquez, V. (2006). Niveles de material particulado. Calidad de aire. Centro de Estudios Ambientales ([https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-particulas-kat\\_71033.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-particulas-kat_71033.htm)).
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. Environ Pollut.
- Met One Instruments, Inc. BAM-1020 Continuous Particulate Monitor Operation Manual. Grants Pass, OR: Met One Instruments, 2012 (BAM-1020-9800 REV K).

- Met One Instruments, Inc. BX-302 Zero Filter Calibration Kit Manual. Grants Pass, OR: Met One Instruments, 2007 (BX-302-9800 Manual REV F).
- Mogil., M. (2010). Sección Conservación de National Geographic en español.
- Moretton, J., (1996). Contaminación del aire en la Argentina. Ediciones Universo, Colección de Bolsillo. Argentina. Recuperado de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MonoxiCar.htm>
- Nairobi, K. (2009). "Contaminantes: Partículas (PM)". Manual del PNUMA y la TNT sobre el desarrollo de una estrategia para una flota limpia.
- NIETO, O. (1993). Efectos en la salud de la contaminación por material particulado. En: Curso Contaminación del Aire por Material Particulado. AINSA. Medellín.
- Opazo, D. (2011). Distribución espacial de la contaminación por material particulado y su relación con las temperaturas del aire y los cielos en Santiago 2009 . UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Pedace, E. A., & Llobera, J. (1972). Análisis de la Evaluación de Contaminantes en la República Argentina (1967-1971). XIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria, Asunción-Paraguay, AIDIS.
- Parker, A. (2001). Contaminación del aire. (2da ed.). Barcelona, España. Ediciones Reverté Recuperado de <https://books.google.com.ec/books>.
- Quijano Parra, A., Quijano Vargas, M. J., & Henao M, J. A. (2010). Caracterización fisicoquímica del Material Particulado-Fracción Respirable (PM 2.5) en Pamplona (Colombia). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 10(1), 1-11
- Quijano, A., y Orozco, J. (2005). Monitoreo de material particulado fracción respirable (PM2.5) en Pamplona (Colombia). Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 3(2), 1-11.
- Rojas, N. Y. (2007). Aire y problemas ambientales. Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Rojas Nestor., Material particulado atmosférico y salud, (2004)
- Rojas, Néstor Y. (Año: N/D) Aire y problemas ambientales de Bogotá. (Universidad Nacional de Colombia).

Sbarato, Darío y Sbarato, Viviana M. Contaminación del aire. Córdoba, AR: Editorial Brujas, 2006. ProQuest ebrary. Web. 22 June 2016.

Suárez, V. D. (2006). Contaminación por material particulado y caracterización química de las muestras.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011. Lima: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología; 2011

Sosa, Beatriz. (2015). Contaminación ambiental por material particulado y compuestos orgánicos volátiles en la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Suárez, V. D. (2006). Contaminación por material particulado y caracterización química de las muestras.).

Warneck, E. S., & Viana. (2003). Calidad de aire. Material particulado.

Warneck, S. P. (1998). MATERIAL PERTADO Y MODOS DE RANGOS.

Zulaica, L., & Andersen, A. (2013, May). Identificación y evaluación de los principales problemas ambientales de puerto Quequén (partido de Necochea, provincia de Buenos Aires). In VII Congreso de Medio Ambiente.

## 17. ANEXOS

**Tabla 11:** CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Material Particulado PM10 (ug/m <sup>3</sup> ) Concentración en veinticuatro horas	250	400	500
Material Particulado PM2,5 (ug/m <sup>3</sup> ) Concentración en veinticuatro horas	150	250	350

**Nota:** Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

**Fuente:** Libro VI (TULSMA) Anexo 4 Tabla 1

**Tabla 12:** Promedio de las 24 horas de PM<sub>2,5</sub>

FECHA	HORA	ug/m <sup>3</sup>	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE
10/5/2019 15:00	15h00	2	250	400	500	SI
10/5/2019 16:00	16h00	14	250	400	500	SI
10/5/2019 17:00	17h00	0	250	400	500	SI
10/5/2019 18:00	18h00	69	250	400	500	SI
10/5/2019 19:00	19h00	28	250	400	500	SI
10/5/2019 20:00	20h00	23	250	400	500	SI
10/5/2019 21:00	21h00	15	250	400	500	SI
10/5/2019 22:00	22h00	17	250	400	500	SI
10/5/2019 23:00	23h00	13	250	400	500	SI
11/5/2019 0:00	00h00	28	250	400	500	SI
11/5/2019 1:00	01h00	24	250	400	500	SI
11/5/2019 2:00	02h00	8	250	400	500	SI
11/5/2019 3:00	03h00	0	250	400	500	SI
11/5/2019 4:00	04h00	17	250	400	500	SI
11/5/2019 5:00	05h00	22	250	400	500	SI
11/5/2019 6:00	06h00	24	250	400	500	SI
11/5/2019 7:00	07h00	12	250	400	500	SI
11/5/2019 8:00	08h00	1	250	400	500	SI
11/5/2019 9:00	09h00	0	250	400	500	SI
11/5/2019 10:00	10h00	9	250	400	500	SI
11/5/2019 11:00	11h00	12	250	400	500	SI



11/5/2019 12:00	12h00	0	250	400	500	SI
11/5/2019 13:00	13h00	0	250	400	500	SI
11/5/2019 14:00	14h00	16	250	400	500	SI
	PROMEDIO	14,75				

**Tabla 13:** Promedio de las 24 horas de PM<sub>10</sub>

FECHA	HORA	ug/m <sup>3</sup>	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE
11/5/2019 15:00	15h00	41	250	400	500	SI
11/5/2019 16:00	16h00	23	250	400	500	SI
11/5/2019 17:00	17h00	56	250	400	500	SI
11/5/2019 18:00	18h00	26	250	400	500	SI
11/5/2019 19:00	19h00	38	250	400	500	SI
11/5/2019 20:00	20h00	21	250	400	500	SI
11/5/2019 21:00	21h00	18	250	400	500	SI
11/5/2019 22:00	22h00	25	250	400	500	SI
11/5/2019 23:00	23h00	25	250	400	500	SI
12/5/2019 0:00	00h00	0	250	400	500	SI
12/5/2019 1:00	01h00	32	250	400	500	SI
12/5/2019 2:00	02h00	43	250	400	500	SI
12/5/2019 3:00	03h00	15	250	400	500	SI
12/5/2019 4:00	04h00	19	250	400	500	SI
12/5/2019 5:00	05h00	40	250	400	500	SI
12/5/2019 6:00	06h00	25	250	400	500	SI
12/5/2019 7:00	07h00	4	250	400	500	SI
12/5/2019 8:00	08h00	43	250	400	500	SI
12/5/2019 9:00	09h00	0	250	400	500	SI
12/5/2019 10:00	10h00	18	250	400	500	SI
12/5/2019 11:00	11h00	17	250	400	500	SI
12/5/2019 12:00	12h00	0	250	400	500	SI
12/5/2019 13:00	13h00	0	250	400	500	SI
12/5/2019 14:00	14h00	18	250	400	500	SI
	PROMEDIO	22,792				

**Tabla 14:** Promedio de las 24 horas de PM<sub>2,5</sub>

Time	HORA	ug/m <sup>3</sup>	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE
12/5/2019 16:00	16h00	11	250	400	500	SI
12/5/2019 17:00	17h00	15	250	400	500	SI
12/5/2019 18:00	18h00	6	250	400	500	SI
12/5/2019 19:00	19h00	17	250	400	500	SI
12/5/2019 20:00	20h00	19	250	400	500	SI

12/5/2019 21:00	21h00	3	250	400	500	SI
12/5/2019 22:00	22h00	11	250	400	500	SI
12/5/2019 23:00	23h00	4	250	400	500	SI
13/5/2019 0:00	00h00	2	250	400	500	SI
13/5/2019 1:00	01h00	8	250	400	500	SI
13/5/2019 2:00	02h00	0	250	400	500	SI
13/5/2019 3:00	03h00	8	250	400	500	SI
13/5/2019 4:00	04h00	16	250	400	500	SI
13/5/2019 5:00	05h00	2	250	400	500	SI
13/5/2019 6:00	06h00	14	250	400	500	SI
13/5/2019 7:00	07h00	11	250	400	500	SI
13/5/2019 8:00	08h00	24	250	400	500	SI
13/5/2019 9:00	09h00	21	250	400	500	SI
13/5/2019 10:00	10h00	19	250	400	500	SI
13/5/2019 11:00	11h00	12	250	400	500	SI
13/5/2019 12:00	12h00	0	250	400	500	SI
13/5/2019 13:00	13h00	0	250	400	500	SI
13/5/2019 14:00	14h00	0	250	400	500	SI
13/5/2019 15:00	15h00	0	250	400	500	SI
	PROMEDIO	9,2917				

**Tabla 15:** Promedio de las 24 horas de PM<sub>10</sub>

Time	HORA	ug/m <sup>3</sup>	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE
13/5/2019 16:00	16h00	0	250	400	500	SI
13/5/2019 17:00	17h00	9	250	400	500	SI
13/5/2019 18:00	18h00	15	250	400	500	SI
13/5/2019 19:00	19h00	17	250	400	500	SI
13/5/2019 20:00	20h00	11	250	400	500	SI
13/5/2019 21:00	21h00	15	250	400	500	SI
13/5/2019 22:00	22h00	17	250	400	500	SI
13/5/2019 23:00	23h00	9	250	400	500	SI
14/5/2019 0:00	00h00	15	250	400	500	SI
14/5/2019 1:00	01h00	20	250	400	500	SI
14/5/2019 2:00	02h00	24	250	400	500	SI
14/5/2019 3:00	03h00	12	250	400	500	SI
14/5/2019 4:00	04h00	14	250	400	500	SI
14/5/2019 5:00	05h00	31	250	400	500	SI
14/5/2019 6:00	06h00	8	250	400	500	SI
14/5/2019 7:00	07h00	6	250	400	500	SI
14/5/2019 8:00	08h00	0	250	400	500	SI
14/5/2019 9:00	09h00	9	250	400	500	SI

14/5/2019 10:00	10h00	6	250	400	500	SI
14/5/2019 11:00	11h00	55	250	400	500	SI
14/5/2019 12:00	12h00	13	250	400	500	SI
14/5/2019 13:00	13h00	5	250	400	500	SI
14/5/2019 14:00	14h00	3	250	400	500	SI
14/5/2019 15:00	15h00	19	250	400	500	SI
PROMEDIO		13,875				

**Tabla 16:** Datos de material particulado PM<sub>2,5</sub>.

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
10/5/2019 12:00	0,05	0,005	0	0,3	1	15,7	0	32	14,4	23,5	0	0
10/5/2019 12:15	0,05	0,005	0	0,3	1	16,1	0	33	14,4	23,1	0	0
10/5/2019 12:30	0	0	3	0,3	1	15,7	0	35	14,3	22,3	0	1
10/5/2019 14:30	0	0	11	0,3	1	15,3	0	47	14,3	17,9	256	1
10/5/2019 14:45	0,04	0	16,7	0,3	1	16,2	0	40	14,4	19	256	1
10/5/2019 15:00	0,002	0,025	16,7	0,3	1	16,4	0	34	14,4	20,9	256	1
10/5/2019 15:15	0,024	0,025	16,7	0,3	1	16,3	0	33	14,4	21,6	256	1
10/5/2019 15:30	0,008	0,025	16,7	0,3	1	16,6	0	31	14,4	22,4	256	1
10/5/2019 15:45	0,033	0,025	16,7	0,3	1	15,9	0	32	14,4	22,1	256	1
10/5/2019 16:00	0,014	0,019	16,7	0,3	1	16,3	0	31	14,4	22,2	0	1
10/5/2019 16:15	0,026	0,019	16,7	0,3	1	15,6	0	31	14,4	21,8	0	1
10/5/2019 16:30	0,027	0,019	16,7	0,3	1	15,2	0	32	14,4	21	0	1
10/5/2019 16:45	0,027	0,019	16,7	0,3	1	14,9	0	34	14,4	20,5	0	1
10/5/2019 17:00	0	0	0	0,3	1	14,1	0	40	14	21,4	0	1
10/5/2019 17:30	0	0	4,2	0,3	1	13,7	0	47	14,3	17,7	0	1
10/5/2019 17:45	0,019	0	16,2	0,3	1	13,7	0	45	14,4	17,8	256	1
10/5/2019 18:00	0,069	0,062	16,7	0,3	1	13,2	0	43	14,4	17,5	256	1

10/5/2019 18:15	0,023	0,062	16,7	0,3	1	12,6	0	44	14,4	17,1	256	1
10/5/2019 18:30	0,042	0,062	16,7	0,3	1	12,1	0	43	14,4	16,8	256	1
10/5/2019 18:45	0,012	0,062	16,7	0,3	1	11,8	0	43	14,4	16,5	256	1
10/5/2019 19:00	0,028	0,024	16,7	0,3	1	11,3	0	43	14,4	16,2	0	1
10/5/2019 19:15	0,01	0,024	16,7	0,3	1	11,2	0	42	14,4	16,1	0	1
10/5/2019 19:30	0,041	0,024	16,7	0,3	1	11	0	42	14,4	16,1	0	1
10/5/2019 19:45	0,012	0,024	16,7	0,3	1	10,9	0	41	14,4	16,2	0	1
10/5/2019 20:00	0,023	0,021	16,7	0,3	1	11,1	0	39	14,4	16,3	0	1
10/5/2019 20:15	0,017	0,021	16,7	0,3	1	11,2	0	37	14,4	16,9	0	1
10/5/2019 20:30	0,014	0,021	16,7	0,3	1	10,9	0	36	14,4	17,2	0	1
10/5/2019 20:45	0,016	0,021	16,7	0,3	1	11	0	35	14,4	17,5	0	1
10/5/2019 21:00	0,015	0,016	16,7	0,3	1	11,1	0	33	14,4	18	0	1
10/5/2019 21:15	0,014	0,016	16,7	0,3	1	11	0	32	14,4	18,5	0	1
10/5/2019 21:30	0,002	0,016	16,7	0,3	1	10,8	0	32	14,4	18,8	0	1
10/5/2019 21:45	0,032	0,016	16,7	0,3	1	10,5	0	32	14,4	18,7	0	1
10/5/2019 22:00	0,017	0,013	16,7	0,3	1	10,3	0	31	14,4	18,7	0	1
10/5/2019 22:15	-0,005	0,013	16,7	0,3	1	10,1	0	30	14,4	18,7	0	1
10/5/2019 22:30	0,024	0,013	16,7	0,3	1	10	0	30	14,4	18,5	0	1
10/5/2019 22:45	0	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	29	14,4	18,6	0	1
10/5/2019 23:00	0,013	0,01	16,7	0,3	1	9,9	0	29	14,4	18,9	0	1
10/5/2019 23:15	0,003	0,01	16,7	0,3	1	10	0	28	14,4	19,4	0	1
10/5/2019 23:30	0,022	0,01	16,7	0,3	1	10	0	27	14,4	19,8	0	1
10/5/2019 23:45	0,007	0,01	16,6	0,3	1	9,6	0	27	14,4	19,8	0	1
11/5/2019 0:00	0,028	0,014	16,5	0,3	1	8,9	0	27	14,4	19,1	0	1
11/5/2019 0:15	0,012	0,014	16,3	0,3	1	8	0	36	14,4	18	0	1

11/5/2019 0:30	0,055	0,014	16,7	0,3	1	7,8	0	39	14,4	16,6	0	1
11/5/2019 0:45	0,014	0,014	16,7	0,3	1	7,3	0	40	14,4	15,5	0	1
11/5/2019 1:00	0,024	0,026	16,7	0,3	1	6,9	0	41	14,4	14,6	0	1
11/5/2019 1:15	0,022	0,026	16,7	0,3	1	6,7	0	43	14,4	13,9	0	1
11/5/2019 1:30	0,029	0,026	16,7	0,3	1	6,4	0	44	14,4	13,2	0	1
11/5/2019 1:45	0,007	0,026	16,7	0,3	1	6,1	0	44	14,4	12,7	0	1
11/5/2019 2:00	0,008	0,013	16,7	0,3	1	5,8	0	45	14,4	12,4	0	1
11/5/2019 2:15	-0,005	0,013	16,7	0,3	1	5,8	0	45	14,4	12,5	0	1
11/5/2019 2:30	0,023	0,013	16,7	0,3	1	5,8	0	45	14,4	12,4	0	1
11/5/2019 2:45	0	0,013	16,7	0,3	1	5,8	0	45	14,4	12,5	0	1
11/5/2019 3:00	-0,005	0,002	16,7	0,3	1	5,9	0	45	14,4	12,7	0	1
11/5/2019 3:15	0,053	0,002	16,7	0,3	1	6,1	0	45	14,4	12,5	0	1
11/5/2019 3:30	0	0,002	16,7	0,3	1	6	0	45	14,4	12,2	0	1
11/5/2019 3:45	0,004	0,002	16,7	0,3	1	5,8	0	45	14,4	12,1	0	1
11/5/2019 4:00	0,017	0,017	16,7	0,3	1	5,6	0	45	14,4	11,9	0	1
11/5/2019 4:15	0,018	0,017	16,7	0,3	1	5,3	0	45	14,4	11,7	0	1
11/5/2019 4:30	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	5,1	0	45	14,4	11,7	0	1
11/5/2019 4:45	0,023	0,017	16,7	0,3	1	4,9	0	45	14,4	11,5	0	1
11/5/2019 5:00	0,022	0,013	16,7	0,3	1	4,7	0	45	14,4	11,3	0	1
11/5/2019 5:15	-0,005	0,013	16,7	0,3	1	4,6	0	45	14,4	11,4	0	1
11/5/2019 5:30	0,013	0,013	16,7	0,3	1	4,6	0	45	14,4	11,1	0	1
11/5/2019 5:45	0,015	0,013	16,7	0,3	1	4,7	0	45	14,4	11,2	0	1
11/5/2019 6:00	0,024	0,013	16,7	0,3	1	4,8	0	45	14,4	11	0	1
11/5/2019 6:15	0,022	0,013	16,7	0,3	1	4,9	0	44	14,4	11	0	1
11/5/2019 6:30	0,017	0,013	16,7	0,3	1	5	0	44	14,4	11,1	0	1

11/5/2019 6:45	0,006	0,013	16,7	0,3	1	5,4	0	44	14,4	11,4	0	1
11/5/2019 7:00	0,012	0,014	16,7	0,3	1	6	0	43	14,4	11,9	0	1
11/5/2019 7:15	0,003	0,014	16,7	0,3	1	6,9	0	42	14,4	12,7	0	1
11/5/2019 7:30	-0,005	0,014	16,7	0,3	1	7,9	0	40	14,4	13,8	0	1
11/5/2019 7:45	0,023	0,014	16,7	0,3	1	8,7	0	39	14,4	14,8	0	1
11/5/2019 8:00	0,001	-0,001	16,7	0,3	1	9,4	0	37	14,4	15,8	0	1
11/5/2019 8:15	0,022	-0,001	16,7	0,3	1	9,4	0	36	14,4	16,4	0	1
11/5/2019 8:30	0,012	-0,001	16,7	0,3	1	10,4	0	34	14,4	17,5	0	1
11/5/2019 8:45	0,002	-0,001	16,7	0,3	1	10,5	0	32	14,4	18,7	0	1
11/5/2019 9:00	-0,005	0,008	16,7	0,3	1	11,7	0	29	14,4	20,3	0	1
11/5/2019 9:15	-0,005	0,008	16,7	0,3	1	13,5	0	26	14,4	22,8	0	1
11/5/2019 9:30	0,003	0,008	16,7	0,3	1	15	0	22	14,4	25,5	0	1
11/5/2019 9:45	0,039	0,008	16,7	0,3	1	13,8	0	21	14,4	26,5	0	1
11/5/2019 10:00	0,009	0,01	16,7	0,3	1	14,2	0	20	14,4	26,6	0	1
11/5/2019 10:15	0,019	0,01	16,7	0,3	1	14,3	0	19	14,4	27,5	0	1
11/5/2019 10:30	0,019	0,01	16,7	0,3	1	14,1	0	19	14,4	27	0	1
11/5/2019 10:45	0,028	0,01	16,7	0,3	1	14,2	0	19	14,4	26,4	0	1
11/5/2019 11:00	0,012	0,021	16,7	0,3	1	15,1	0	19	14,4	26,6	0	1
11/5/2019 11:15	0,008	0,021	16,7	0,3	1	16,4	0	18	14,4	28,1	0	1
11/5/2019 11:30	-0,005	0,021	16,7	0,3	1	17,1	1	16	14,4	29,5	0	1
11/5/2019 11:45	0,029	0,021	16,7	0,3	1	17,4	1	15	14,4	30,1	0	1
11/5/2019 12:00	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	18	1	15	14,4	30,3	0	1
11/5/2019 12:15	0,002	0,004	16,7	0,3	1	18,7	1	14	14,4	31,1	0	1
11/5/2019 12:30	0,015	0,004	16,7	0,3	1	19	1	14	14,4	31,4	0	1
11/5/2019 12:45	0,011	0,004	16,6	0,3	1	19	1	14	14,4	31,3	0	1

11/5/2019 13:00	-0,002	0,006	16,4	0,3	1	18,9	1	14	14,4	31	0	1
11/5/2019 13:15	0,005	0,006	16,2	0,3	1	19,9	1	14	14,4	31,4	0	1
11/5/2019 13:30	0,01	0,006	16,1	0,3	1	20,2	1	13	14,4	32,2	0	1
11/5/2019 13:45	-0,002	0,006	15,9	0,3	1	20,5	1	13	14,4	32,4	0	1
11/5/2019 14:00	0,016	0,009	15,7	0,3	1	20,6	1	13	14,4	32,3	0	1

**Tabla 17:** Datos de Material Particulado PM<sub>10</sub>.

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
11/5/2019 15:00	0,041	0,047	16,7	0,3	1	21,5	1	19	14,4	29,3	256	1
11/5/2019 15:15	0,054	0,047	16,7	0,3	1	21,4	0	19	14,4	29,7	256	1
11/5/2019 15:30	0,045	0,047	16,7	0,3	1	20,7	0	20	14,4	29,2	256	1
11/5/2019 15:45	0,052	0,047	16,7	0,3	1	20,5	0	21	14,4	28,4	256	1
11/5/2019 16:00	0,023	0,044	16,7	0,3	1	20,9	0	21	14,4	27,7	0	1
11/5/2019 16:15	0,04	0,044	16,7	0,3	1	21,2	0	21	14,4	27,8	0	1
11/5/2019 16:30	0,049	0,044	16,7	0,3	1	20,3	0	22	14,4	27,2	0	1
11/5/2019 16:45	0,024	0,044	16,7	0,3	1	20	0	23	14,4	26,4	0	1
11/5/2019 17:00	0,056	0,042	16,7	0,3	1	19,2	0	24	14,4	25,6	0	1
11/5/2019 17:15	0,029	0,042	16,7	0,3	1	18,4	0	26	14,4	24,6	0	1
11/5/2019 17:30	0,029	0,042	16,7	0,3	1	17,8	0	27	14,4	23,7	0	1
11/5/2019 17:45	0,043	0,042	16,7	0,3	1	17,2	0	28	14,4	23	0	1
11/5/2019 18:00	0,026	0,036	16,7	0,3	1	16,5	0	28	14,4	22,4	0	1
11/5/2019 18:15	0,042	0,036	16,7	0,3	1	16,2	0	29	14,4	21,9	0	1
11/5/2019 18:30	0,047	0,036	16,7	0,3	1	15,6	0	30	14,4	21,4	0	1
11/5/2019 18:45	0,042	0,036	16,7	0,3	1	15,1	0	31	14,4	20,8	0	1
11/5/2019 19:00	0,038	0,041	16,7	0,3	1	14,5	0	32	14,4	20,3	0	1
11/5/2019 19:15	0,045	0,041	16,7	0,3	1	14,2	0	33	14,4	19,9	0	1
11/5/2019 19:30	0,053	0,041	16,7	0,3	1	14	0	33	14,4	19,7	0	1
11/5/2019 19:45	0,04	0,041	16,7	0,3	1	13,8	0	33	14,4	19,6	0	1
11/5/2019 20:00	0,021	0,038	16,7	0,3	1	13,5	0	33	14,4	19,6	0	1
11/5/2019 20:15	0,037	0,038	16,7	0,3	1	12,9	0	33	14,4	19,6	0	1
11/5/2019 20:30	0,031	0,038	16,7	0,3	1	12,1	0	33	14,4	19,5	0	1



11/5/2019 20:45	0,026	0,038	16,7	0,3	1	11,1	0	34	14,4	19	0	1
11/5/2019 21:00	0,018	0,031	16,7	0,3	1	10,5	0	34	14,4	18,5	0	1
11/5/2019 21:15	0,041	0,031	16,7	0,3	1	10,3	0	35	14,4	18,1	0	1
11/5/2019 21:30	0,029	0,031	16,7	0,3	1	10	0	36	14,4	17,7	0	1
11/5/2019 21:45	0,036	0,031	16,7	0,3	1	9,8	0	36	14,4	17,2	0	1
11/5/2019 22:00	0,025	0,03	16,7	0,3	1	9,7	0	36	14,4	17	0	1
11/5/2019 22:15	0,029	0,03	16,7	0,3	1	9,5	0	36	14,4	16,8	0	1
11/5/2019 22:30	0,026	0,03	16,7	0,3	1	9,3	0	36	14,4	16,6	0	1
11/5/2019 22:45	0,018	0,03	16,7	0,3	1	9,4	0	36	14,4	16,7	0	1
11/5/2019 23:00	0,025	0,023	16,7	0,3	1	9,5	0	35	14,4	16,8	0	1
11/5/2019 23:15	0,012	0,023	16,7	0,3	1	9,4	0	35	14,4	16,9	0	1
11/5/2019 23:30	0,031	0,023	16,7	0,3	1	9,9	0	36	14,4	17,1	0	1
11/5/2019 23:45	0,028	0,023	16,7	0,3	1	10,6	0	37	14,4	17,3	0	1
12/5/2019 0:00	-0,004	0,018	16,7	0,3	1	10,6	0	36	14,4	17,5	0	1
12/5/2019 0:15	0,02	0,018	16,3	0,3	1	10,1	0	41	14,4	17,5	0	1
12/5/2019 0:30	0,016	0,018	16,7	0,3	1	9,4	0	41	14,4	16,9	0	1
12/5/2019 0:45	0,023	0,018	16,7	0,3	1	8,9	0	43	14,4	16,1	0	1
12/5/2019 1:00	0,032	0,015	16,7	0,3	1	8,6	0	45	14,4	15,4	0	1
12/5/2019 1:15	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	8,2	0	45	14,4	15,1	0	1
12/5/2019 1:30	0,017	0,015	16,7	0,3	1	7,7	0	45	14,4	14,6	0	1
12/5/2019 1:45	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	7,6	0	45	14,4	15	0	1
12/5/2019 2:00	0,043	0,016	16,7	0,3	1	7,7	0	45	14,4	14,7	0	1
12/5/2019 2:15	0,013	0,016	16,7	0,3	1	8	0	45	14,4	14,6	0	1
12/5/2019 2:30	0,037	0,016	16,7	0,3	1	7,9	0	45	14,4	14,4	0	1
12/5/2019 2:45	0,033	0,016	16,7	0,3	1	7,8	0	45	14,4	14,2	0	1
12/5/2019 3:00	0,015	0,021	16,7	0,3	1	7,9	0	45	14,4	14,2	0	1

12/5/2019 3:15	0,027	0,021	16,7	0,3	1	7,9	0	44	14,4	14,2	0	1
12/5/2019 3:30	-0,005	0,021	16,7	0,3	1	8	0	45	14,4	14,3	0	1
12/5/2019 3:45	0,04	0,021	16,7	0,3	1	8,4	0	44	14,4	14,5	0	1
12/5/2019 4:00	0,019	0,02	16,7	0,3	1	8,7	0	44	14,4	14,7	0	1
12/5/2019 4:15	0,018	0,02	16,7	0,3	1	8,7	0	44	14,4	14,7	0	1
12/5/2019 4:30	0,015	0,02	16,7	0,3	1	8,8	0	45	14,4	14,8	0	1
12/5/2019 4:45	-0,005	0,02	16,7	0,3	1	9,1	0	45	14,4	15,2	0	1
12/5/2019 5:00	0,04	0,016	16,7	0,3	1	9,2	0	45	14,4	15,4	0	1
12/5/2019 5:15	0,03	0,016	16,7	0,3	1	9,2	0	44	14,4	15,3	0	1
12/5/2019 5:30	0,025	0,016	16,7	0,3	1	9,3	0	44	14,4	15,3	0	1
12/5/2019 5:45	0,023	0,016	16,7	0,3	1	9,1	0	44	14,4	15,2	0	1
12/5/2019 6:00	0,025	0,021	16,7	0,3	1	9,1	0	45	14,4	15	0	1
12/5/2019 6:15	0,013	0,021	16,7	0,3	1	9	0	45	14,4	15,1	0	1
12/5/2019 6:30	0,007	0,021	16,7	0,3	1	8,7	0	45	14,4	14,9	0	1
12/5/2019 6:45	0,036	0,021	16,7	0,3	1	8,6	0	45	14,4	14,9	0	1
12/5/2019 7:00	0,004	0,017	16,7	0,3	1	8,5	0	45	14,4	14,9	0	1
12/5/2019 7:15	0,049	0,017	16,7	0,3	1	8,7	0	45	14,4	14,9	0	1
12/5/2019 7:30	0,04	0,017	16,7	0,3	1	8,8	0	45	14,4	14,8	0	1
12/5/2019 7:45	0,007	0,017	16,7	0,3	1	9,2	0	45	14,4	15,1	0	1
12/5/2019 8:00	0,043	0,031	16,7	0,3	1	9,6	0	44	14,4	15,2	0	1
12/5/2019 8:15	0,013	0,031	16,7	0,3	1	10	0	43	14,4	15,6	0	1
12/5/2019 8:30	0	0,031	16,7	0,3	1	10,6	0	42	14,4	16,2	0	1
12/5/2019 8:45	0,018	0,031	16,7	0,3	1	11,6	0	40	14,4	17	0	1
12/5/2019 9:00	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	12,1	0	38	14,4	17,8	0	1
12/5/2019 9:15	0,016	0,007	16,7	0,3	1	12,2	0	38	14,4	18,5	0	1
12/5/2019 9:30	0,024	0,007	16,7	0,3	1	12,1	0	37	14,4	18,7	0	1

12/5/2019 9:45	0,008	0,007	16,7	0,3	1	12	0	38	14,4	18,6	0	1
12/5/2019 10:00	0,018	0,017	16,7	0,3	1	11,8	0	37	14,4	18,7	0	1
12/5/2019 10:15	0,042	0,017	16,7	0,3	1	11,8	0	38	14,4	18,7	0	1
12/5/2019 10:30	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	12,8	0	37	14,4	19,3	0	1
12/5/2019 10:45	0,021	0,017	16,7	0,3	1	12,9	0	36	14,4	19,8	0	1
12/5/2019 11:00	0,017	0,019	16,7	0,3	1	12,9	0	35	14,4	20,1	0	1
12/5/2019 11:15	0,016	0,019	16,7	0,3	1	12,6	0	35	14,4	20,3	0	1
12/5/2019 11:30	0,017	0,019	16,7	0,3	1	12,1	0	35	14,4	20,1	0	1
12/5/2019 11:45	0,023	0,019	16,7	0,3	1	12,4	0	34	14,4	20,2	0	1
12/5/2019 12:00	-0,004	0,012	16,7	0,3	1	12,3	0	33	14,4	20,3	0	1
12/5/2019 12:15	0,04	0,012	16,7	0,3	1	12,4	0	34	14,4	20,4	0	1
12/5/2019 12:30	0,004	0,012	16,7	0,3	1	12,5	0	33	14,4	20,9	0	1
12/5/2019 12:45	0,005	0,012	16,7	0,3	1	12,6	0	32	14,4	21,3	0	1
12/5/2019 13:00	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	13,6	0	29	14,4	22,2	0	1
12/5/2019 13:15	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	14,3	0	27	14,4	23,5	0	1
12/5/2019 13:30	-0,001	0,004	16,7	0,3	1	15,1	0	25	14,4	24,8	0	1
12/5/2019 13:45	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	15,4	0	24	14,4	26	0	1
12/5/2019 14:00	0,018	0,004	16,7	0,3	1	15,9	0	23	14,4	26,8	0	1

**Tabla 18:** Datos de material particulado PM<sub>2,5</sub>.

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
12/5/2019 16:00	0,011	0,02	16,7	0,3	1	17,8	0	30	14,4	24,1	256	0
12/5/2019 16:15	0,043	0,02	16,7	0,3	1	17,5	0	28	14,4	25,1	256	0
12/5/2019 16:30	-0,005	0,02	16,7	0,3	1	16,8	0	28	14,4	25	256	0
12/5/2019 16:45	0,013	0,02	16,7	0,3	1	16,2	0	29	14,4	24,4	256	0
12/5/2019 17:00	0,015	0,015	16,7	0,3	1	15,4	0	30	14,4	23,6	0	0

12/5/2019 17:15	0,005	0,015	16,7	0,3	1	14,3	0	32	14,4	22,3	0	0
12/5/2019 17:30	0,011	0,015	16,7	0,3	1	13,8	0	34	14,4	21,2	0	0
12/5/2019 17:45	0,009	0,015	16,7	0,3	1	13,2	0	35	14,4	20,7	0	0
12/5/2019 18:00	0,006	0,005	16,7	0,3	1	13,2	0	34	14,4	20,6	0	0
12/5/2019 18:15	0,026	0,005	16,7	0,3	1	12,8	0	35	14,4	20,6	0	0
12/5/2019 18:30	0,008	0,005	16,7	0,3	1	12,3	0	35	14,4	20,4	0	0
12/5/2019 18:45	0,003	0,005	16,7	0,3	1	12,1	0	36	14,4	20,2	0	0
12/5/2019 19:00	0,017	0,015	16,7	0,3	1	12,2	0	36	14,4	20,2	0	0
12/5/2019 19:15	0,009	0,015	16,7	0,3	1	12,3	0	35	14,4	20,3	0	0
12/5/2019 19:30	0,009	0,015	16,7	0,3	1	12,4	0	35	14,4	20,4	0	0
12/5/2019 19:45	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	12,2	0	35	14,4	20,4	0	0
12/5/2019 20:00	0,019	0,014	16,7	0,3	1	12,1	0	35	14,4	20,3	0	0
12/5/2019 20:15	0,01	0,014	16,7	0,3	1	11,8	0	35	14,4	20,1	0	0
12/5/2019 20:30	0,013	0,014	16,7	0,3	1	11,7	0	35	14,4	20,1	0	0
12/5/2019 20:45	0,003	0,014	16,7	0,3	1	11,5	0	35	14,4	20,1	0	0
12/5/2019 21:00	0,003	0,002	16,7	0,3	1	11,7	0	35	14,4	20,1	0	0
12/5/2019 21:15	0,001	0,002	16,7	0,3	1	11,8	0	35	14,4	20,2	0	0
12/5/2019 21:30	0,014	0,002	16,7	0,3	1	11,7	0	35	14,4	20,3	0	0
12/5/2019 21:45	0,007	0,002	16,7	0,3	1	11,7	0	35	14,4	20,3	0	0
12/5/2019 22:00	0,011	0,005	16,7	0,3	1	11,5	0	35	14,4	20,2	0	0
12/5/2019 22:15	0,01	0,005	16,7	0,3	1	11,3	0	35	14,4	20,1	0	0
12/5/2019 22:30	0,013	0,005	16,7	0,3	1	11,1	0	35	14,4	20	0	0
12/5/2019 22:45	0,017	0,005	16,7	0,3	1	10,9	0	36	14,4	19,8	0	0
12/5/2019 23:00	0,004	0,012	16,7	0,3	1	11	0	36	14,4	19,8	0	0
12/5/2019 23:15	-0,005	0,012	16,7	0,3	1	10,9	0	35	14,4	19,8	0	0
12/5/2019 23:30	0,013	0,012	16,7	0,3	1	10,7	0	36	14,4	19,6	0	0
12/5/2019 23:45	0,014	0,012	16,7	0,3	1	10,7	0	36	14,4	19,5	0	0

13/5/2019 0:00	0,002	0,009	16,7	0,3	1	10,6	0	36	14,4	19,4	0	0
13/5/2019 0:15	0,007	0,009	16,3	0,3	1	10,4	0	38	14,4	19,3	0	0
13/5/2019 0:30	-0,001	0,009	16,7	0,3	1	10,4	0	38	14,4	19,1	0	0
13/5/2019 0:45	0,004	0,009	16,7	0,3	1	10,4	0	38	14,4	19	0	0
13/5/2019 1:00	0,008	0	16,7	0,3	1	10,6	0	38	14,4	19	0	0
13/5/2019 1:15	0,018	0	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,9	0	0
13/5/2019 1:30	-0,005	0	16,7	0,3	1	10,3	0	38	14,4	18,7	0	0
13/5/2019 1:45	0,016	0	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,7	0	0
13/5/2019 2:00	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,8	0	0
13/5/2019 2:15	0,011	0,006	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,8	0	0
13/5/2019 2:30	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,9	0	0
13/5/2019 2:45	0,009	0,006	16,7	0,3	1	10,4	0	38	14,4	18,7	0	0
13/5/2019 3:00	0,008	0,007	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	18,5	0	0
13/5/2019 3:15	0,013	0,007	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	18,3	0	0
13/5/2019 3:30	0,002	0,007	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	18,2	0	0
13/5/2019 3:45	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	18,2	0	0
13/5/2019 4:00	0,016	0,003	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	18,1	0	0
13/5/2019 4:15	0,019	0,003	16,7	0,3	1	10,3	0	40	14,4	18	0	0
13/5/2019 4:30	0,002	0,003	16,7	0,3	1	10,2	0	40	14,4	17,8	0	0
13/5/2019 4:45	0,01	0,003	16,7	0,3	1	10,2	0	40	14,4	17,8	0	0
13/5/2019 5:00	0,002	0,008	16,7	0,3	1	10,2	0	40	14,4	17,8	0	0
13/5/2019 5:15	0,01	0,008	16,7	0,3	1	10,2	0	40	14,4	17,8	0	0
13/5/2019 5:30	-0,004	0,008	16,7	0,3	1	10	0	40	14,4	17,7	0	0
13/5/2019 5:45	0,007	0,008	16,7	0,3	1	10	0	40	14,4	17,6	0	0
13/5/2019 6:00	0,014	0,009	16,7	0,3	1	10,1	0	40	14,4	17,6	0	0
13/5/2019 6:15	-0,005	0,009	16,7	0,3	1	10,1	0	40	14,4	17,6	0	0
13/5/2019 6:30	0,027	0,009	16,7	0,3	1	10	0	40	14,4	17,6	0	0

13/5/2019 6:45	0,018	0,009	16,7	0,3	1	10,1	0	39	14,4	17,7	0	0
13/5/2019 7:00	0,011	0,011	16,7	0,3	1	10,1	0	39	14,4	17,8	0	0
13/5/2019 7:15	0,019	0,011	16,7	0,3	1	10,4	0	38	14,4	17,9	0	0
13/5/2019 7:30	0,021	0,011	16,7	0,3	1	10,6	0	37	14,4	18,2	0	0
13/5/2019 7:45	0,007	0,011	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	18,5	0	0
13/5/2019 8:00	0,024	0,017	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	18,7	0	0
13/5/2019 8:15	0,026	0,017	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	18,8	0	0
13/5/2019 8:30	0,014	0,017	16,7	0,3	1	11,3	0	36	14,4	19	0	0
13/5/2019 8:45	0,025	0,017	16,7	0,3	1	11,5	0	36	14,4	19,1	0	0
13/5/2019 9:00	0,021	0,017	16,7	0,3	1	12	0	36	14,4	19,3	0	0
13/5/2019 9:15	0,008	0,017	16,7	0,3	1	12,3	0	35	14,4	19,7	0	0
13/5/2019 9:30	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	12	0	35	14,4	19,8	0	0
13/5/2019 9:45	0,018	0,017	16,7	0,3	1	11,9	0	34	14,4	19,8	0	0
13/5/2019 10:00	0,019	0,015	16,7	0,3	1	11,8	0	34	14,4	19,8	0	0
13/5/2019 10:15	0,012	0,015	16,7	0,3	1	12	0	34	14,4	19,9	0	0
13/5/2019 10:30	0,016	0,015	16,7	0,3	1	11,9	0	35	14,4	19,8	0	0
13/5/2019 10:45	0,028	0,015	16,7	0,3	1	11,6	0	36	14,4	19,6	0	0
13/5/2019 11:00	0,012	0,02	16,7	0,3	1	11,3	0	37	14,4	19,2	0	0
13/5/2019 11:15	0,035	0,02	16,7	0,3	1	10,9	0	38	14,4	18,6	0	0
13/5/2019 11:30	0,031	0,02	16,7	0,3	1	10,5	0	40	14,4	17,9	0	0
13/5/2019 11:45	0,001	0,02	16,7	0,3	1	10,1	0	40	14,4	17,2	0	0
13/5/2019 12:00	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	9,6	0	38	14,4	16,6	0	0
13/5/2019 12:15	0,013	0,005	16,7	0,3	1	9	0	37	14,4	16,2	0	0
13/5/2019 12:30	0,034	0,005	16,7	0,3	1	9,6	0	39	14,4	16,2	0	0
13/5/2019 12:45	0,015	0,005	16,7	0,3	1	10	0	40	14,4	16,5	0	0
13/5/2019 13:00	-0,005	0,013	16,7	0,3	1	11	0	39	14,4	17,1	0	0
13/5/2019 13:15	-0,005	0,013	16,7	0,3	1	11,5	0	36	14,4	18,2	0	0

13/5/2019 13:30	0,008	0,013	16,7	0,3	1	10,8	0	35	14,4	18,7	0	0
13/5/2019 13:45	0,022	0,013	16,7	0,3	1	11,1	0	35	14,4	19	0	0
13/5/2019 14:00	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	11,2	0	35	14,4	19,3	0	0
13/5/2019 14:15	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	12,1	0	33	14,4	19,9	0	0
13/5/2019 14:30	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	13,6	0	30	14,4	21,5	0	0
13/5/2019 14:45	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	14,2	0	25	14,4	23,6	0	0
13/5/2019 15:00	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	14,3	0	23	14,4	25,5	0	0

**Tabla 19:** Datos de Material Particulado PM10.

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
13/5/2019 16:00	0	0,049	13,1	0,3	1	13,8	0	27	14,4	25,5	256	1
13/5/2019 16:15	0,027	0,049	16,7	0,3	1	14	0	28	14,4	24	256	1
13/5/2019 16:30	0,013	0,049	16,7	0,3	1	13,8	0	28	14,4	23,7	256	1
13/5/2019 16:45	0,046	0,049	16,7	0,3	1	13,6	0	29	14,4	23,6	256	1
13/5/2019 17:00	0,009	0,016	16,7	0,3	1	13,5	0	29	14,4	23,5	0	1
13/5/2019 17:15	0,027	0,016	16,7	0,3	1	13,4	0	28	14,4	23,4	0	1
13/5/2019 17:30	-0,001	0,016	16,7	0,3	1	13,2	0	29	14,4	23,1	0	1
13/5/2019 17:45	0,043	0,016	16,7	0,3	1	12,6	0	30	14,4	22,6	0	1
13/5/2019 18:00	0,015	0,029	16,7	0,3	1	12	0	31	14,4	22	0	1
13/5/2019 18:15	0,02	0,029	16,7	0,3	1	11,6	0	32	14,4	21,4	0	1
13/5/2019 18:30	0,033	0,029	16,7	0,3	1	11,2	0	33	14,4	20,8	0	1
13/5/2019 18:45	0,025	0,029	16,7	0,3	1	11	0	34	14,4	20,3	0	1
13/5/2019 19:00	0,017	0,023	16,7	0,3	1	10,9	0	34	14,4	19,9	0	1
13/5/2019 19:15	0,015	0,023	16,7	0,3	1	10,8	0	35	14,4	19,6	0	1
13/5/2019 19:30	0,018	0,023	16,7	0,3	1	10,9	0	35	14,4	19,5	0	1
13/5/2019 19:45	0,007	0,023	16,7	0,3	1	10,7	0	34	14,4	19,4	0	1

13/5/2019 20:00	0,011	0,009	16,7	0,3	1	10,5	0	35	14,4	19,3	0	1
13/5/2019 20:15	0,031	0,009	16,7	0,3	1	10,7	0	35	14,4	19,3	0	1
13/5/2019 20:30	-0,005	0,009	16,7	0,3	1	10,6	0	35	14,4	19,3	0	1
13/5/2019 20:45	0,022	0,009	16,7	0,3	1	10,5	0	35	14,4	19,3	0	1
13/5/2019 21:00	0,015	0,019	16,7	0,3	1	10,5	0	35	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 21:15	0,017	0,019	16,7	0,3	1	10,4	0	36	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 21:30	0,032	0,019	16,7	0,3	1	10,5	0	36	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 21:45	0,004	0,019	16,7	0,3	1	10,5	0	36	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 22:00	0,017	0,018	16,7	0,3	1	10,5	0	36	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 22:15	0,022	0,018	16,7	0,3	1	10,4	0	36	14,4	19,1	0	1
13/5/2019 22:30	0,002	0,018	16,7	0,3	1	10,1	0	36	14,4	18,9	0	1
13/5/2019 22:45	0,02	0,018	16,7	0,3	1	10	0	37	14,4	18,6	0	1
13/5/2019 23:00	0,009	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	37	14,4	18,3	0	1
13/5/2019 23:15	0,004	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	38	14,4	18,1	0	1
13/5/2019 23:30	0,004	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	38	14,4	18	0	1
13/5/2019 23:45	0,034	0,013	16,7	0,3	1	10	0	38	14,4	18,1	0	1
14/5/2019 0:00	0,015	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	37	14,4	18,2	0	1
14/5/2019 0:15	0,043	0,013	16,3	0,3	1	9,9	0	39	14,4	18,2	0	1
14/5/2019 0:30	0,02	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	39	14,4	18,1	0	1
14/5/2019 0:45	0,026	0,013	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,9	0	1
14/5/2019 1:00	0,02	0,027	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,8	0	1
14/5/2019 1:15	0,01	0,027	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,8	0	1
14/5/2019 1:30	0,023	0,027	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,8	0	1
14/5/2019 1:45	0,008	0,027	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,7	0	1
14/5/2019 2:00	0,024	0,016	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,7	0	1
14/5/2019 2:15	0,01	0,016	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,7	0	1
14/5/2019 2:30	0,018	0,016	16,7	0,3	1	9,8	0	40	14,4	17,6	0	1



14/5/2019 2:45	0,025	0,016	16,7	0,3	1	9,7	0	41	14,4	17,4	0	1
14/5/2019 3:00	0,012	0,02	16,7	0,3	1	9,6	0	41	14,4	17,2	0	1
14/5/2019 3:15	0,044	0,02	16,7	0,3	1	9,6	0	42	14,4	17	0	1
14/5/2019 3:30	0,026	0,02	16,7	0,3	1	9,6	0	42	14,4	16,9	0	1
14/5/2019 3:45	0,017	0,02	16,7	0,3	1	9,5	0	42	14,4	16,8	0	1
14/5/2019 4:00	0,014	0,023	16,7	0,3	1	9,4	0	43	14,4	16,6	0	1
14/5/2019 4:15	0,043	0,023	16,7	0,3	1	9,4	0	44	14,4	16,3	0	1
14/5/2019 4:30	0,005	0,023	16,7	0,3	1	9,5	0	44	14,4	16,2	0	1
14/5/2019 4:45	0,053	0,023	16,7	0,3	1	9,5	0	44	14,4	16,2	0	1
14/5/2019 5:00	0,031	0,034	16,7	0,3	1	9,4	0	44	14,4	16,2	0	1
14/5/2019 5:15	0,029	0,034	16,7	0,3	1	9,4	0	44	14,4	16,1	0	1
14/5/2019 5:30	0,031	0,034	16,7	0,3	1	9,3	0	44	14,4	16,1	0	1
14/5/2019 5:45	0,009	0,034	16,7	0,3	1	9,1	0	43	14,4	16	0	1
14/5/2019 6:00	0,008	0,021	16,7	0,3	1	8,9	0	42	14,4	16	0	1
14/5/2019 6:15	-0,002	0,021	16,7	0,3	1	8,8	0	42	14,4	15,9	0	1
14/5/2019 6:30	0,007	0,021	16,7	0,3	1	8,6	0	42	14,4	16	0	1
14/5/2019 6:45	-0,005	0,021	16,7	0,3	1	8,5	0	41	14,4	16	0	1
14/5/2019 7:00	0,006	-0,002	16,7	0,3	1	8,8	0	41	14,4	16,2	0	1
14/5/2019 7:15	0,016	-0,002	16,7	0,3	1	9,1	0	41	14,4	16,4	0	1
14/5/2019 7:30	-0,005	-0,002	16,7	0,3	1	9,3	0	40	14,4	16,7	0	1
14/5/2019 7:45	0,006	-0,002	16,7	0,3	1	9,5	0	40	14,4	16,8	0	1
14/5/2019 8:00	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	10,2	0	39	14,4	17,3	0	1
14/5/2019 8:15	-0,003	-0,005	16,7	0,3	1	10,4	0	38	14,4	17,9	0	1
14/5/2019 8:30	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	11	0	38	14,4	18,4	0	1
14/5/2019 8:45	0,002	-0,005	16,7	0,3	1	11,2	0	36	14,4	19,1	0	1
14/5/2019 9:00	0,009	0,007	16,7	0,3	1	11,4	0	36	14,4	19,5	0	1
14/5/2019 9:15	0,034	0,007	16,7	0,3	1	12,3	0	35	14,4	20	0	1

14/5/2019 9:30	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	12,6	0	34	14,4	20,7	0	1
14/5/2019 9:45	0	0,007	16,7	0,3	1	13,9	0	33	14,4	21,6	0	1
14/5/2019 10:00	0,006	0,002	16,7	0,3	1	15,3	0	30	14,4	23	0	1
14/5/2019 10:15	0,013	0,002	16,7	0,3	1	15,4	0	28	14,4	24	0	1
14/5/2019 10:30	0,019	0,002	16,7	0,3	1	15,4	0	28	14,4	24,2	0	1
14/5/2019 10:45	0,06	0,002	16,7	0,3	1	14,4	0	28	14,4	23,7	0	1
14/5/2019 11:00	0,055	0,039	16,7	0,3	1	14,3	0	28	14,4	23,2	0	1
14/5/2019 11:15	0,018	0,039	16,7	0,3	1	14,5	0	29	14,4	22,7	0	1
14/5/2019 11:30	0,033	0,039	16,7	0,3	1	15,2	0	29	14,4	22,8	0	1
14/5/2019 11:45	0,012	0,039	16,7	0,3	1	15,9	0	28	14,4	23,2	0	1
14/5/2019 12:00	0,013	0,021	16,7	0,3	1	16,5	0	27	14,4	23,7	0	1
14/5/2019 12:15	0,019	0,021	16,7	0,3	1	17	0	26	14,4	24,5	0	1
14/5/2019 12:30	0,023	0,021	16,7	0,3	1	16,3	0	25	14,4	24,8	0	1
14/5/2019 12:45	0,052	0,021	16,7	0,3	1	15,6	0	26	14,4	24,4	0	1
14/5/2019 13:00	0,005	0,019	16,7	0,3	1	15,7	0	26	14,4	24,1	0	1
14/5/2019 13:15	0,01	0,019	16,7	0,3	1	16,3	0	26	14,4	24,2	0	1
14/5/2019 13:30	0,013	0,019	16,7	0,3	1	16	0	25	14,4	24,4	0	1
14/5/2019 13:45	0,028	0,019	16,7	0,3	1	16	0	25	14,4	24,3	0	1
14/5/2019 14:00	0,003	0,016	16,7	0,3	1	16,9	0	25	14,4	24,8	0	1
14/5/2019 14:15	0,003	0,016	16,7	0,3	1	17,5	0	23	14,4	25,6	0	1
14/5/2019 14:30	0,033	0,016	16,7	0,3	1	17,1	0	23	14,4	25,9	0	1
14/5/2019 14:45	0,032	0,016	16,7	0,3	1	16,7	0	24	14,4	25,7	0	1
14/5/2019 15:00	0,019	0,028	16,7	0,3	1	15,9	0	24	14,4	25,2	0	1

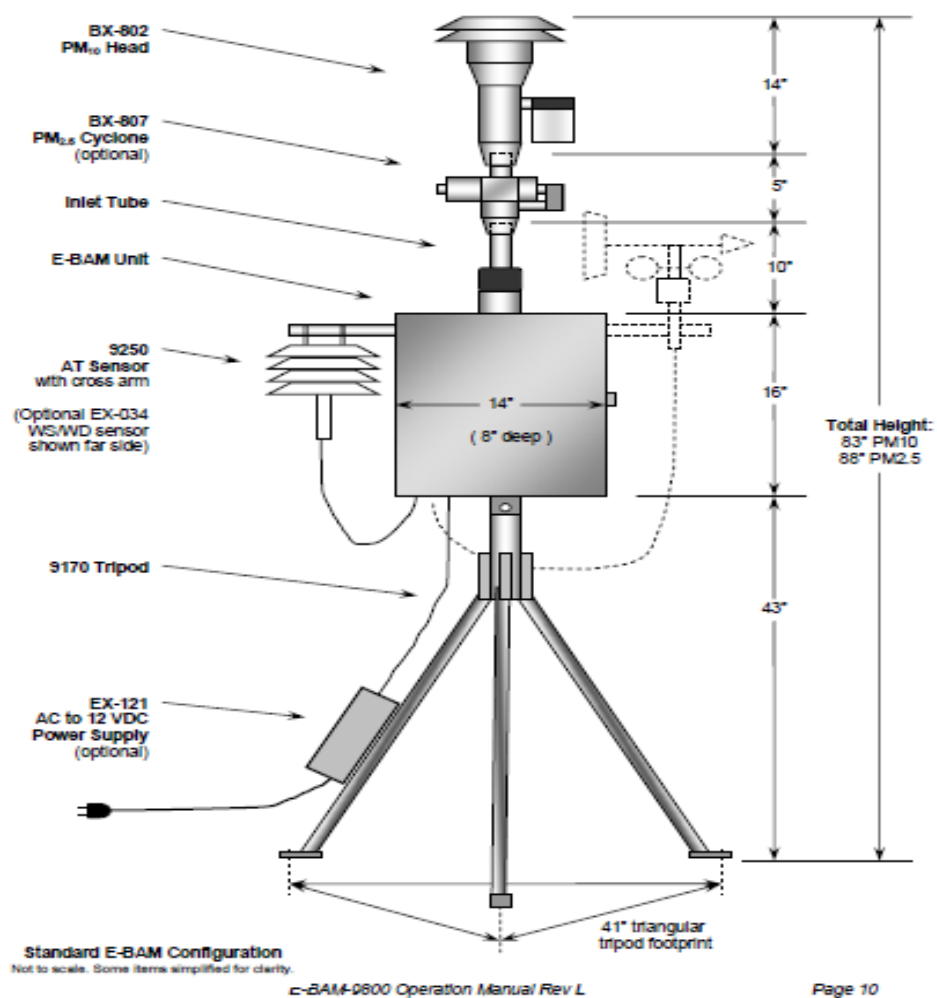
**Anexo A:** Imágenes de los puntos de monitoreo con el equipo E-BAM.



**Anexo B:** Puntos tomados con la ayuda del GPS.



### Anexo C: Equipo E-BAM



Fuente: Manual de Operación del E-BAM 9800

**Anexo D.** Hoja de vida del investigador**HOJA DE VIDA****Nombres:** Johanna Elizabeth**Apellidos:** Martínez Vásconez**Cedula:** 180441275-5**Estado Civil:** Soltera**Fecha de Nacimiento:** El 2 de Marzo de 1994**Lugar de Nacimiento:** Ambato**Nacionalidad:** Ecuatoriana**Domicilio:** Julio Castillo Jácome Psj: San Valentín**Teléfono:** 032498561**Cel.** 0984065171**FORMACIÓN ACADEMICA****PRIMARIOS:**

Escuela “Sergio Quirola”

**SECUNDARIOS:**

Colegio “Experimental Ambato”

ESPECIALIDAD BACHILLERATO: Químico Biólogo

**UNIVERSITARIOS:**

Universidad Técnica de Cotopaxi – Egresada de Ingeniería en Medio Ambiente

**Anexo E:** Hoja de vida del tutor.

## CURRICULUM VITAE

### 1.- DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Daza Guerra

**NOMBRES:** Oscar Rene

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 040068979-0

**EDAD:** 56 Años

**DIRECCION DOMICILIARIA:** Calle Alejandro Villamar 2-17 y Maldonado

**NUMERO TELEFONICO:**

**E-MAIL:** [oscar.daza@utc.edu.ec](mailto:oscar.daza@utc.edu.ec)



### 2.- EDUCACION FORMAL

Universidad Técnica de Cotopaxi	Diplomado en DIDACTICA DE LA EDUCACION SUPERIOR	2009-2010
Universidad Técnica de Cotopaxi	MASTER “EN GESTION DE LA PRODUCCION”	31 DE ENERO 2007
CONESUP	Certificado de registro de cuarto nivel	NOVIEMBRE 2007
CONESUP	Certificado de registro de cuarto nivel	SEPTIEMBRE 2002
U. Técnica del Norte	Ingeniero Forestal	03-05-98
Universidad Técnica de Cotopaxi	TUTOR TESIS MAESTRIA, “Utilización de los subproductos agroindustriales de banano, yuca, maracuyá, cacao, café, arroz, maíz, palma	NOVIEMBRE 2008

	africana para la alimentación de rumiantes”	
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo I 1.- Control total de pérdidas y riesgos del trabajo 2.- Ergonomía, diseño de sistemas de trabajo y salud ocupacional	05-08-01 15-01-03
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo II 1.- Higiene industrial monitoreo Monitoreo ambiental y laboratorios. 2.- Psicología del trabajo	05-08-01 15-01-03
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo III 1.- Administración y programación de la producción industrial. 2.- Ingeniería de la producción.	05-08-01 15-01-03
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo Lv 1.- Sistemas de gestión ISO 9.000 ISO 14.000, ISO 18.000 2.- Saneamiento y control de la contaminación ambiental	05-08-01 15-01-03
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo. V 1.- Planificación Empresarial del medio ambiente y conservación de los recursos naturales.	05-08-01 15-01-03
Universidad Técnica de Cotopaxi	Módulo. VI 1.- Evaluación del impacto ambiental y auditorías	05-08-01 15-01-03

	ambientales. 2.- Economía ambiental.	
DFC – UNORCAC – EMELNORTE	Certificado año técnico rural	30-10-95 30-10-95
Universidad Técnica del Norte	Certificado del Centro académico de idiomas	1993-1994
Colegio Carlos Martínez Acosta	Bachiller Químico Biólogo	1986-1987

### 3.- EXPERIENCIA DE TRABAJO

CARGO	INSTITUCION	FECHA
Catedrático	Universidad Técnica de Cotopaxi	03- 1999 hasta la fecha
Catedrático	Universidad Técnica Equinoccial	04 al 09 - 2001
Consultor Ambiental	Fundación “DEINCO”	1998-2002
Investigador – extensionista cuencas hidrográficas en el norte del país	UNORCAC – DFC- FAO	1997-1999
Consultor, Diagnóstico participativo para el plan de manejo de la cuenca hidrográfica de Ambuqui	VISIÓN MUNDIAL- DFC (FAO)	1998-1999