



# 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<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA IGNACIO  
FLORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO  
2018 –2019”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
en Medio Ambiente

**Autora:**

Taguada Tenorio Jenny Maricela

**Tutor:**

Ing. Daza Guerra Oscar René

Latacunga - Ecuador

Agosto-2019

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, **TAGUADA TENORIO JENNY MARICELA**, 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 LA PARROQUIA IGNACIO FLORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018–2019”**, siendo el Ing. **DAZA GUERRA OSCAR RENE**, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

---

Taguada Tenorio Jenny Maricela

C.I. 050365158-0

## **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 Taguada Tenorio Jenny Maricela, identificado con C.C. N° 050365158-0, de estado civil casada y con domicilio en Cantón Salcedo; a quien en lo sucesivo se denominará **LA/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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiantes de la carrera de Ingeniería De 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: 4 de Abril del 2019

Tutor. - Ing. Daza Guerra Oscar René

**Tema: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA IGNACIO FLORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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. - LA CESIONARIA** 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 temor en la ciudad de Latacunga al mes de Julio del 2019.

---

Taguada Tenorio Jenny Maricela

**LA 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 LA PARROQUIA IGNACIO FLORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018–2019”** de Taguada Tenorio Jenny Maricela, 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, 22 de julio del 2019

---

**Ing. Daza Guerra Oscar René**

C.I.: 040068979-0

TUTOR DE TESIS

## **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, la postulante: Taguada Tenorio Jenny Maricela 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 LA PARROQUIA IGNACIO FLORES 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, 22 de julio del 2019.

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre:** MSc. Patricio Clavijo

**CC:** 050144458-2

---

**Lector 2 (Secretario)**

**Nombre:** Ing. Cristian Lozano

**CC:** 060360931-4

---

**Lector 3 (Oponente)**

**Nombre:** Ing. David Landivar

**CC:** 160055872-8

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios por darme la vida y por la familia que tengo a mi lado.

A mis padres Alfonso y Blanca por el cariño y por estar presente en todo momento, a mi esposo Miguel por estar siempre a mi lado apoyándome en toda circunstancia, a mis hijos Iker y Sebastián que son mi inspiración para seguir superándome.

A todas las personas que supieron estar a mi lado motivándome y brindándome su amistad incondicional.

Y a todos los docentes que me inculcaron sus conocimientos para llegar a cumplir mi objetivo de ser una profesional. A mi docente tutor Ing. Oscar Daza por guiarme en la ejecución de mi proyecto de investigación.

Jenny Maricela Taguada Tenorio

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se la dedico a mi esposo Miguel y mis hijos Iker y Sebastián, que son el pilar fundamental en mi vida, que me han brindado su cariño, confianza y amor para llegar alcanzar una meta tan anhelada.

A mis padres, a mis hermanas y hermano que me apoyaron en este largo camino.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes

Jenny Maricela Taguada Tenorio

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA IGNACIO FLORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 –2019”**

**Autora:** Taguada Tenorio Jenny Maricela

## **RESUMEN**

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la concentración de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la parroquia Ignacio Flores del cantón Latacunga, para determinar si está generando impactos atmosféricos en dichos lugares, producidos por emisión de partículas sólidas y gases, causando molestias en los habitantes e induciendo efectos ambientales.

Para realizar la investigación se caracterizó el área de estudio mediante una visita in situ en los diferentes sectores de la parroquia. Los monitoreos fueron realizados en dos puntos estratégicos, el primer punto fue en el sector del Niagara con coordenadas (E 766106; N 9893374) y el segundo punto fue en el sector de La Laguna con coordenadas (E 766588; N 9895934), se realizó durante las 24 horas por cuatro días para determinar las concentraciones existentes en el día y en la noche, con la ayuda del equipo E-BAM se obtuvo los datos de forma precisa y confiable.

Una vez obtenido los datos del monitoreo, se realizó una base de datos los mismos que fueron tabulados y comparados con la Normativa Ecuatoriana de Calidad del Aire TULSMA, Libro VI, Anexo 4, la información obtenida permitió conocer los niveles de concentración de material particulado, los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la normativa vigente.

Mediante la comparación entre los dos puntos de monitoreo se determinó que en el sector del Niagara se obtuvo altas concentraciones de PM<sub>10</sub> con 35 µg/m<sup>3</sup> a las 11:00 a.m. y a las 20:00

p.m. con  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $\text{PM}_{2.5}$  con una concentración de  $36\mu\text{g}/\text{m}^3$  a las 11:00 a.m., mientras que en el sector de La Laguna tiene una concentración de  $\text{PM}_{10}$  de  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a las 11:00 a.m. y a las 16:00 p.m. de  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $\text{PM}_{2.5}$  a las 13:00 p.m. con  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ , debido a las diferentes actividades industriales y vías de acceso de tercer orden que presenta el sector.

Es necesario realizar mediciones en los diferentes sectores de la parroquia y de manera continua para conocer la concentración de este contaminante y evaluar su comportamiento en el espacio y el tiempo, los cuales permitan orientar estrategias ambientales de control, de mitigación y dar seguimiento por parte de las autoridades ambientales competentes.

**PALABRAS CLAVES:** E-BAM, material particulado, monitoreo, mitigación, normativa.

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** “EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF PARTICULATED MATERIAL PM<sub>10</sub> AND PM<sub>2.5</sub> IN THE IGNACIO FLORES PARISH OF THE PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2018 –2019”

**Author:** Taguada Tenorio Jenny Maricela

### ABSTRACT

The present investigation was developed with the objective of evaluating the concentration of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> particulate material in the Ignacio Flores parish of the Latacunga canton, to determine if it was generating atmospheric impacts in these places, produced by emission of solid particles and gases, causing discomfort in the inhabitants and inducing environmental effects. To conduct the investigation, the study area was characterized by an on-site visit in the different sectors of the parish. The monitoring was carried out at two strategic points, the first point was in the Niagara sector with coordinates (E 766106; N 9893374) and the second point was in the La Laguna sector with coordinates (E 766588; N 9895934), it was performed During the 24 hours for four days to determine the concentrations existing in the day and at night, with the help of the E-BAM team the data was obtained accurately and reliably. Once the monitoring data was obtained, a database was made that was tabulated and compared with the Ecuadorian Air Quality Regulations TULSMA, Book VI, Annex 4, the information obtained allowed to know the concentration levels of particulate material, which are within the maximum permissible limits according to current regulations. By comparing the two monitoring points, it was determined that in the Niagara sector, high concentrations of PM<sub>10</sub> were obtained with 35 µg/m<sup>3</sup> at 11:00 a.m. and at 20:00 p.m. with 33 µg/m<sup>3</sup> and PM<sub>2.5</sub> with a concentration of 36µg/m<sup>3</sup> at 11:00 am, while in the sector of La Laguna it has a PM<sub>10</sub> concentration of 82 µg/m<sup>3</sup> at 11:00 am and at 16:00 pm 73 µg/m<sup>3</sup> and PM<sub>2.5</sub> at 13:00 p.m. with 80µg/m<sup>3</sup>, due to the different industrial activities and third-order access roads that the sector presents. It was necessary to make measurements in the different sectors of the parish and continuously to know the concentration of this pollutant and evaluate its behavior in space and time, which allow to guide environmental control strategies, mitigation and follow-up by the competent environmental authorities.

**Keywords:** E-BAM, particulate material, monitoring, mitigation, regulations

### ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>3</b>	<b>BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>4</b>	<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	4
5.1	General.....	4
5.2	Específicos.....	5
<b>6</b>	<b>ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b> .....	5
<b>7</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b> .....	7
7.1	Aire .....	7
7.2	Calidad del aire .....	7
7.3	Contaminación del aire .....	7
7.4	Contaminantes primarios y secundarios .....	8
7.5	Material particulado.....	9
7.5.1	Grandes.....	9
7.5.2	Pequeñas .....	9
7.5.3	Sedimentables (PS).....	9
7.6	Clasificación de las fuentes emisoras .....	10
7.6.1	Según el tipo de fuente generadora.....	10
7.6.2	Según la naturaleza de las partículas emitidas .....	10
7.7	Enfermedades causadas por el material particulado .....	10
7.7.1	Efecto fibrogénico .....	12
7.7.2	Efectos irritantes .....	12
7.7.3	Efectos alérgicos.....	12
7.7.4	Efectos carcinogénicos .....	12
7.7.5	Efectos tóxicos sistemáticos .....	12
7.7.6	Efectos en la piel.....	12
7.8	Efectos sobre el medioambiente .....	12
7.8.1	Daño ambiental.....	13
7.8.2	Daño sobre materiales .....	13
7.9	Equipos utilizados para la medición .....	13
7.9.1	Descripción del equipo E-BAM .....	13
<b>7.10</b>	<b>MARCO LEGAL</b> .....	15
7.10.1	Constitución de la República del Ecuador.....	15
7.10.2	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental .....	15
7.10.3	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	16
<b>8</b>	<b>PREGUNTAS CIENTÍFICAS</b> .....	19

<b>9</b>	<b>METODOLOGÍAS</b> .....	19
9.1	Área de estudio .....	19
<b>9.2</b>	<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	22
9.2.1	Investigación Bibliográfica .....	22
9.2.2	Investigación de campo .....	22
9.2.3	Investigación Descriptiva .....	22
9.2.4	Investigación Analítica .....	22
<b>9.3</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	22
9.3.1	Método inductivo.....	22
9.3.2	Método analítico .....	23
<b>9.4</b>	<b>TÉCNICAS</b> .....	23
9.4.1	Observación directa .....	23
9.4.2	Monitoreo .....	23
<b>9.5</b>	<b>INSTRUMENTOS</b> .....	23
9.5.1	Libreta de campo .....	23
9.5.2	GPS.....	24
9.5.3	ArcGIS.....	24
9.5.4	Excel .....	24
<b>9.6</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO DE ACUERDO A LA NORMATIVA VIGENTE.</b> .....	24
9.6.1	Equipo E-BAM.....	24
9.6.2	Selección del Sitio de Muestreo .....	24
9.6.3	Espaciamiento desde Obstrucciones.....	25
9.6.4	Espaciamiento desde Carreteras/Caminos.....	25
<b>10</b>	<b>DISEÑO NO EXPERIMENTAL</b> .....	26
10.1	Media .....	26
<b>11</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	27
<b>11.1</b>	<b>DISCUSIÓN DE DATOS</b> .....	30
<b>11.2</b>	<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LOS DOS PUNTOS MONITOREADOS</b> .....	32
<b>12</b>	<b>IMPACTOS</b> .....	34
12.1	Social .....	34
12.2	Ambiental.....	34
<b>13</b>	<b>PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA IGNACIO FLORES</b> .....	34
<b>13.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	34
<b>13.2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	35
<b>13.3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	35
<b>13.4</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	35
<b>14</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	39
<b>15</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	40

15.1	CONCLUSIONES .....	40
15.2	RECOMENDACIONES .....	41
<b>16</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>17</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>1</b>
	ANEXO 1: HOJA DE VIDA DEL TUTOR.....	1
	ANEXO 2: HOJA DE VIDA DEL ESTUDIANTE. ....	3
	ANEXO 3: EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS. ....	4
	ANEXO 4: PUNTOS DE MONITOREO. ....	4
	ANEXO 5: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. ....	8
	ANEXO 6: MATRICES DE CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE LOS PUNTOS MONITOREADOS (24 horas). ....	9
	Concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> – Niagara.....	9
	Concentración de Material Particulado PM <sub>2.5</sub> – Niagara.....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios Directos o Indirectos.....	3
<b>Tabla 2:</b> Actividades y sistema de tareas.....	6
<b>Tabla 3:</b> Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1] .....	17
<b>Tabla 4:</b> Niveles de alerta, alarma y emergencia.....	17
<b>Tabla 5:</b> Comparación con la normativa TULSMA de material particulado PM <sub>10</sub> .....	31
<b>Tabla 6:</b> Comparación con la normativa TULSMA de material particulado PM <sub>2.5</sub> .....	31
<b>Tabla 7:</b> Concentración promedio de PM <sub>10</sub> de los dos sectores de monitoreo. ....	32
<b>Tabla 8:</b> Concentración promedio de PM <sub>2.5</sub> de los sectores de monitoreo. ....	33
<b>Tabla 9:</b> Presupuesto del proyecto.....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Penetración de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en el aparato respiratorio.....	11
<b>Gráfico 2:</b> Partes del Equipo E-BAM .....	14
<b>Gráfico 3:</b> Ubicación del área de estudio. ....	20
<b>Gráfico 4:</b> Primer punto monitoreado sector del Niagara .....	20
<b>Gráfico 5:</b> Segundo punto monitoreado sector La Laguna.....	21
<b>Gráfico 6:</b> Concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> -Niagara .....	27
<b>Gráfico 7:</b> Concentración de Material Particulado PM <sub>2.5</sub> - Niagara.....	28
<b>Gráfico 8:</b> Concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> – Laguna .....	29
<b>Gráfico 9:</b> Concentración de Material Particulado PM <sub>2.5</sub> – La Laguna.....	30
<b>Gráfico 10:</b> Comparación de PM <sub>10</sub> con la normativa TULSMA (24 horas) .....	31
<b>Gráfico 11:</b> Comparación de PM <sub>2.5</sub> con la normativa TULSMA (24 horas) .....	32
<b>Gráfico 12:</b> Concentración promedio de PM <sub>10</sub> de los dos sectores de monitoreo (%).....	33
<b>Gráfico 13:</b> Concentración promedio de PM <sub>2.5</sub> de los dos sectores de monitoreo (%).....	33

# 1 INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias no deseables en la atmosfera, en concentraciones suficientes como para interferir en la salud, seguridad o bienestar de los seres vivos, además de constituir un problema ambiental debido a que la acción antrópica genera un efecto sobre un componente ambiental (aire) y a su vez el deterioro de éste afecta la supervivencia y la calidad de vida del hombre.

Por lo general, las partículas finas y gruesas provienen de fuentes diferentes y tienen mecanismos de formación distintos, aunque es probable que haya cierta superposición. Elementos biológicos como las bacterias, el polen y las esporas también se pueden encontrar en las partículas gruesas.

Su composición es muy variada y podemos encontrar en sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoniaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. (OMS, 2004).

La magnitud del problema depende de la concentración de las partículas presentes en la atmósfera, y la composición química-física de ellas, causada por minas, chimeneas y vehículos emitiendo diariamente grandes cantidades de material particulado potencialmente nocivos para la atmósfera, generando graves afectaciones al medio ambiente y a la salud de las personas. (OMS, 2004).

El monitoreo atmosférico es un conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado, para llevar a cabo estrategias de control para el manejo de calidad de aire (Martínez, 1997)

## **2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El siguiente proyecto de investigación se realizó con la finalidad de determinar las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , debido al problema de carácter socio-ambiental que en la actualidad se está presentando a gran escala, que se originan a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas y químicas.

Es importante evaluar la calidad de aire debido a la contaminación que existe en el sitio de estudio, teniendo en conocimiento que el material particulado es uno de los contaminantes más peligroso para la salud poblacional en la parroquia Ignacio Flores del cantón Latacunga.

La contaminación por material particulado se genera principalmente en vías sin pavimento, la quema de residuos de cosechas agrícolas, por actividades de construcción, la combustión en los motores de vehículos, procesos industriales, o desde las chimeneas residenciales y estufas de madera, provocando enfermedades respiratorias en la población.

El proyecto fue posible realizarlo gracias al apoyo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que cuenta con el equipo E-BAM el cual nos permitió evaluar el material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , teniendo en cuenta que se realizó la capacitación técnica necesaria para la utilización del equipo, también por el talento humano que estuvo presente durante la ejecución del proyecto de investigación.

### 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1:** Beneficiarios Directos o Indirectos.

<b>DIRECTOS</b>	<b>INDIRECTOS</b>
Parroquia: Ignacio Flores (Latacunga)	Ciudad de Latacunga
Hombres: 10.103	Universidad Técnica de Cotopaxi.
Mujeres: 7.047	Hombres: 82.301
<b>Total: 17.150</b>	Mujeres: 88.188
	<b>Total: 170.489</b>

**Fuente:** INEC 2010

**Elaborado por:** Jenny Taguada.

### 4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia de sustancias en la atmósfera en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, la presencia de material particulado en la atmósfera, solas o combinadas con otros contaminantes, genera riesgos para la salud, afectando el sistema respiratorio y cardiaco en los humanos. (Murillo, 2004).

Para el año 2004, las cinco ciudades más deterioradas por material particulado menor a 2,5 microgramos fueron: El Cairo (Egipto), Delhi (India), Kolkata (India), Tianjin (China), Chongqing (China) y Kanpur (India). Para el periodo 2008- 2013, las cinco ciudades más deterioradas por material particulado fueron: Delhi, Patna, Gwalior, Raipur (India) y Karachi (Pakistán).

Según la valoración realizadas por la OMS en el 2012, la contaminación del aire de las ciudades y zonas campestre a nivel mundial provoca 3,7 millones de muertes prematuras cada año; esto es a causa de las partículas de 10 micrones de diámetro (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), que pueden causar las famosas enfermedades Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) como también el cáncer, las cardiopatías y neumopatías. Considerándose de este modo al PM<sub>2.5</sub> el contaminante más perjudicial para la salud. (Ordoñez. 1995)

Otro estudio similar al anterior donde se evaluaron los niveles de  $PM_{10}$  en Salinas específicamente en la Bahía de Jobos y en Fajardo encontrando una concentración promedio de  $PM_{10}$  en Salinas y Fajardo de  $22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $20.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Por otro lado, en un estudio realizado en exteriores se encontró que la concentración promedio de  $PM_{2.5}$  para el área urbana y rural es de  $5.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $4.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente (Pérez 2000).

En el Ecuador la industria ha ido creciendo paulatinamente, el desarrollo del mencionado sector hasta los años 70, mantiene un nivel artesanal, pero ante la eminente globalización y crecimiento de las ciudades da inicio a la industrialización. A lo largo del tiempo, las diversas empresas ubicaron sus instalaciones en diferentes ciudades del país siendo Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Guayas, las provincias más dedicadas a esta actividad de la elaboración de cuero. (OMS/OPS. 2002).

Una de las ciudades que más rápido crecimiento ha tenido tanto poblacional como industrial que tiene nuestro país, es la ciudad de Quito, junto con este sostenido crecimiento vino también la contaminación del aire, que actualmente se ha convertido en un problema para el medio ambiente y la salud pública. Después del año 2007 se tomaron varias iniciativas para la reducción de material particulado, entre las que cuentan la implementación del sistema de monitoreo atmosférico. Décadas atrás Quito no contaba con sistemas de recolección de datos mientras se desarrollaba industrialmente. (Páez, 2008)

Para prevenir una situación parecida en la ciudad de Santa Elena, se debe iniciar con las mediciones y recopilación de datos para saber cómo evolucionarían las concentraciones de materiales perjudiciales desde un principio, cuando son relativamente bajas (OMS/OPS. 2002).

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 General.**

- Evaluar la concentración del material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Ignacio Flores de la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 –2019.

## **5.2 Específicos.**

1. Caracterizar el área de estudio para la determinación de puntos de monitoreo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Ignacio Flores.
2. Monitorear la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el área de estudio mediante la ubicación de un muestreador de partículas finas (E-BAM).
3. Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos para la comparación con la normativa ambiental ecuatoriana vigente.
4. Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Ignacio Flores.

## **6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

**Tabla 2:** Actividades y sistema de tareas.

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>
Caracterizar el área de estudio para la determinación de puntos de monitoreo de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en la parroquia Ignacio Flores.	Identificar los puntos de monitoreo en la parroquia.	Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo.	Para la selección de los puntos de muestreo se utilizó un GPS, cámara, y la técnica de la observación directa.
Monitorear la concentración de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en el área de estudio mediante la ubicación de un muestreador de partículas finas (E-BAM).	Ubicación del equipo E-BAM para el respectivo monitoreo.	Obtención de datos de material particulado en cada zona de estudio durante 24 horas.	Utilización del equipo E-BAM
Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos para la comparación con la normativa ambiental ecuatoriana vigente.	Resultados obtenidos comparados con la normativa vigente.	Análisis de datos obtenidos en el monitoreo y analizados con la normativa vigente.	Utilización del programa estadístico Excel. Computadora.
Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en la parroquia Ignacio Flores.	Plantear medidas ambientales para el control y mitigación de PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2.5</sub>	Elaboración y socialización de medidas ambientales de mitigación.	Aplicación de los instrumentos legales en función a los resultados del monitoreo.

Elaborado por: Jenny Taguada.

## CAPÍTULO I

## **7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Aire**

El aire o atmosfera es la envoltura gaseosa, de unos 200 kilómetros de espesor que rodea la Tierra. Constituye el principal mecanismo de defensa de las distintas formas de vida. Ha necesitado miles de millones de años para alcanzar su actual composición y estructura que la hacen apta para la respiración de los seres vivos que la habitan. Una de las funciones más importantes que realiza la atmósfera es proteger a los seres vivos de los efectos nocivos de las radiaciones solares ultravioleta. (Barrios, Peña, & Osses, 2004).

Los principales componentes ocupan cerca del 100% del porcentaje en volumen del aire y son los siguientes: 78,084 % de nitrógeno ( $N_2$ ), 20,940 % de Oxígeno ( $O_2$ ), 0,934 % de argón (Ar) y 0,032 % de dióxido de carbono ( $CO_2$ ). (Barrios, Peña, & Osses, 2004).

### **7.2 Calidad del aire**

Se entiende por guía de calidad del aire al valor estimado del nivel de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo determinado sin riesgos apreciables para la salud. Estos estimados son recomendaciones o sugerencias y no se encuentran respaldados por normas legales. Mientras que la norma de calidad del aire trata de un instrumento legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, medido de acuerdo a métodos de referencia o equivalentes a éste debidamente documentados, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. (Sbarato, 2006)

### **7.3 Contaminación del aire**

La contaminación del aire es una modificación de la calidad y pureza del aire debido a la emisión de sustancias químicas, biológicas, materias y diferentes formas de energía provenientes de fuentes naturales o antropogénicas que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas o a sus bienes de cualquier naturaleza, o para el ambiente. (Waldick, 2003)

Los contaminantes del aire medidos en zonas urbanas, provienen típicamente de fuentes móviles como medios motorizados de transporte y de fuentes fijas como industrias, usos residenciales y procesos de eliminación de residuos. Si estas fuentes se encuentran en zonas en donde las diversas condiciones topográficas, la inversión térmica o la velocidad del viento reduzcan la dispersión de los contaminantes en la atmósfera, puede haber, periodos de tiempo con concentraciones peligrosamente altas (Ballester, 2005).

La contaminación por material particulado atmosférico proveniente de explotaciones mineras se considera de carácter antropogénico, pues el ser humano es el que interviene para su origen. Además, dentro de la explotación minera, la preocupación no solamente apunta a la extracción del material, también hay que resaltar que existen plantas de concentración, fundición o tratamientos a altas temperaturas que generan emisiones de gases y partículas con altas concentraciones de metales. Así mismo, el traslado del material y su tratamiento en plantas de reducción de tamaño también generan una alta concentración de partículas derivadas del movimiento de vehículos pesados y cintas transportadoras (De La Rosa, 2008).

#### **7.4 Contaminantes primarios y secundarios**

Los contaminantes primarios son definidos como aquellos contaminantes que son emitidos directamente al aire como:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Pb}$ , orgánicos, y partículas generadas por combustión (PM). Los orígenes pueden ser antropogénico, biogénico, geogénico o combinación mixta de ellos. Una vez en la atmósfera, están sujetos a dispersión y transporte, esto es meteorología, y simultáneamente a transformaciones químicas y físicas en contaminantes secundarios bien sean gaseosos o en forma de partículas. Los secundarios han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono ( $\text{O}_3$ ). (García H., 2006)

A nivel nacional, la contaminación atmosférica se limita a las zonas de alta densidad demográfica o industrial. Ambos, primarios y secundarios pueden ser retirados en la superficie de la tierra por deposición seca o húmeda y en los procesos de transporte, transformación y deposición pueden

impactar con determinados receptores, por ejemplo, humanos, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cosechas y materiales. (Martínez, 2004)

## **7.5 Material particulado**

El material particulado es una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire y que varían en número, tamaño, forma, área de superficie, composición química, solubilidad y origen. La distribución total de partículas suspendidas, según su tamaño en el ambiente aéreo son de dimensión trimodal, incluyendo partículas gruesas, finas y ultra finas. (Sedding, 2002).

Dividimos a las partículas en dos grupos principales estos grupos difieren en varias formas. Una de las diferencias es el tamaño y las más grandes las llamamos  $PM_{10}$  y las más pequeñas las llamamos  $PM_{2.5}$ . (Sedding, 2002).

### **7.5.1 Grandes**

Las partículas grandes miden entre 2.5 y 10 micrómetros (de 25 a 100 veces más delgados que un cabello humano). Estas partículas son llamadas  $PM_{10}$  (decimos PM diez, significa partículas de hasta 10 micrómetros en tamaño). Estas partículas causan efectos menos severos para la salud. (Gutierrez & Quijano, 2012)

### **7.5.2 Pequeñas**

Las partículas pequeñas son menores a 2.5 micrómetros (100 veces más delgadas que un cabello humano). Estas partículas son conocidas como  $PM_{2.5}$  (decimos PM dos puntos cinco, como en partículas de hasta 2.5 micrómetros en tamaño). (Gutierrez & Quijano, 2012)

### **7.5.3 Sedimentables (PS)**

Se generan por erosión eólica y tráfico en vías sin pavimento, actividades de construcción, molienda y aplastamiento de rocas. Las partículas más pequeñas pueden desplazarse largas distancias e ingresan fácilmente al organismo mediante la respiración. Causan irritación en los ojos, nariz y garganta. (Gutierrez & Quijano, 2012)

## **7.6 Clasificación de las fuentes emisoras**

Hay muchos métodos disponibles para la clasificar el material particulado existente en el aire se basan en los siguientes criterios:

### **7.6.1 Según el tipo de fuente generadora**

Se clasifican como naturales y antropogénicas. Algunas partículas sólidas provienen de fuentes naturales como rocío del agua de mar, partículas de polen, polvo, erupciones volcánicas, y procesos geotérmicos, así como las partículas arrastradas por los vientos, provenientes de la erosión del suelo, molinos de arroz, carpinterías, medios de transporte y en obras civiles (mejoramiento de vías y la construcción de viviendas). Estas partículas tienden a ser gruesas y con cortos tiempos de permanencia en la atmósfera. (Gutiérrez, & Castañeda, 1998)

### **7.6.2 Según la naturaleza de las partículas emitidas**

Se clasifican en fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias pueden ser fuentes de áreas geológicas como polvo proveniente de carreteras o procesos agrícolas; fuentes estacionarias entre las cuales están procesos de combustión y fuentes móviles dentro de las cuales se encuentran la combustión de gasolina y diesel, emisión de gases, desgaste de llantas y frenos. (Gutiérrez, & Castañeda, 1998)

Las fuentes secundarias pueden ser inorgánicas tales como  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_2$  provenientes de fertilizantes, transportes y suelos, y fuentes orgánicas provenientes de procesos de combustión. (Gutiérrez, & Castañeda, 1998)

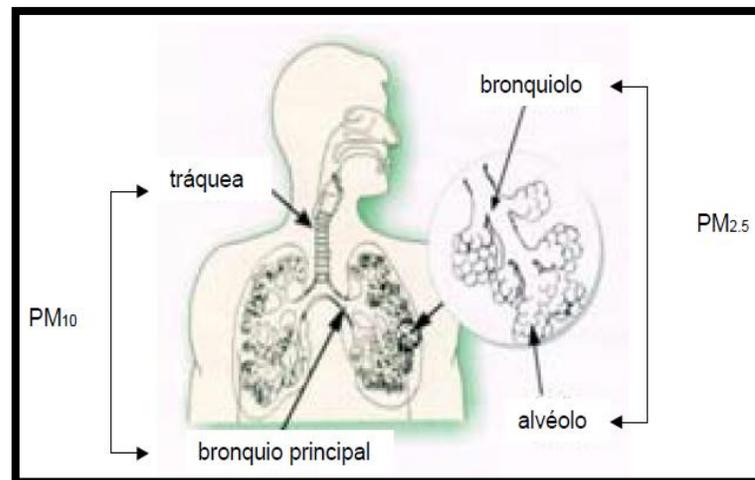
## **7.7 Enfermedades causadas por el material particulado**

Las concentraciones de  $MP_{2.5}$ ,  $MP_{10}$  constituyen un riesgo elevado de mortalidad en la población, la contaminación al aire es uno de los problemas más serios que tiene nuestra sociedad en todos los niveles económicos y sociales. Muchas personas se encuentran expuestas a elevados niveles de contaminación, debido a la presencia de fumadores, emisiones de vehículos, asaderos, manejo inadecuado de productos al granel, quema de combustibles fósiles, etc. (Castañeda, 2002).

Los efectos que pueden provocar la inhalación de material particulado en la salud dependen de varios factores, de los cuales los más importantes son el tamaño de partícula, su composición química y el tiempo de exposición aun ambiente con altos niveles de material particulado.

Las partículas de diámetro inferior a  $10\ \mu m$  ( $PM_{10}$ ) pueden penetrar en la región traqueobronquial, y se denominan partículas torácicas. Las partículas de diámetro entre  $0.1$  y  $2.5\ \mu m$  pueden alcanzar la cavidad alveolar, son denominadas partículas alveolares, alcanzan los bronquiolos y no son eliminadas, quedando retenidas de forma crónica. Las partículas inferiores a  $0.1\ \mu m$  son demasiadas pequeñas para sedimentar durante la respiración, no obstante, se deposita en las paredes alveolares por difusión o bien se expulsa con la misma respiración, se elimina rápidamente y no son retenidas en cantidad en el parénquima pulmonar. (Nieto, 2001)

**Gráfico 1:** Penetración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el aparato respiratorio.



*Fuente: (Nieto, 2001)*

Entre las enfermedades más comunes que se producen por respirar un exceso de material particulado tenemos:

#### **7.7.1 Efecto fibrogénico**

Los polvos pueden producir una reacción fibrosa en los pulmones y provienen de minerales como asbestos, carbón, polvos metálicos de tungsteno, carburo de titanio, berilio y aluminio, polvos de talco y de algunos vegetales. (Castañeda, 2002).

#### **7.7.2 Efectos irritantes**

Incluye la irritación de mucosas de los ojos, del tracto respiratorio. También se produce obstrucción bronquial y pueden dar lugar a enfermedades respiratorias crónicas. (Castañeda, 2002).

#### **7.7.3 Efectos alérgicos**

Ciertos polvos de origen vegetal o animal tienen la propiedad de originar reacciones alérgicas como son la conjuntivitis, rinitis alérgica, bronquitis asmática, etc. (Sbarato, 2006)

#### **7.7.4 Efectos carcinogénicos**

Polvos de arsénico y sus óxidos, plomo y otros metales pesados se asocian al cáncer de pulmón, nariz y piel. (Sbarato, 2006).

#### **7.7.5 Efectos tóxicos sistemáticos**

Trascienden del sistema respiratorio y producen manifestaciones en otros sistemas y órganos, como el hígado, los riñones y sistema nervioso central y periférico. (Sbarato, 2006).

#### **7.7.6 Efectos en la piel**

Las partículas de materiales de reforzamiento o aislamiento se incrustan con facilidad en la piel causando dermatitis folicular, o dermatitis irritativa. (Sbarato, 2006).

### **7.8 Efectos sobre el medioambiente**

### **7.8.1 Daño ambiental**

El viento puede transportar las partículas a través de largas distancias y luego, estas pueden instalarse en el suelo o el agua. Según la composición química, los efectos de esta sedimentación pueden provocar:

- Que los lagos y arroyos se vuelvan ácidos
- Cambio en el balance nutricional de las aguas costeras y de las grandes cuencas fluviales.
- Reducción de los nutrientes del suelo.
- Daño en los bosques sensibles y cultivos agrícolas.
- Efectos perjudiciales sobre la diversidad de ecosistemas.
- Contribución a los efectos de la lluvia ácida. (Pérez J. y Merino M., 2012).

### **7.8.2 Daño sobre materiales**

El PM puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos los objetos importantes a nivel cultural, como estatuas y monumentos. Algunos de estos efectos están relacionados con los efectos de la lluvia ácida sobre los materiales. (Pérez J. y Merino M., 2012).

## **7.9 Equipos utilizados para la medición**

### **7.9.1 Descripción del equipo E-BAM**

El E-BAM es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de absorción/atenuación beta. La atenuación beta es una tecnología probada, que ha sido utilizada para el monitoreo de partículas en los últimos 40 años.

En el E-BAM, el material particulado en suspensión es medido en un proceso de tres etapas o pasos. El primer paso es tomar un conteo inicial a través de un pedazo de papel filtro limpio. Después, el aire cargado de partículas es pasado a través del papel donde son depositadas las partículas. Finalmente, un segundo conteo es tomado a través del papel filtro con las partículas depositadas.

La mayor ventaja del E-BAM sobre los muestreadores manuales tradicionales es:

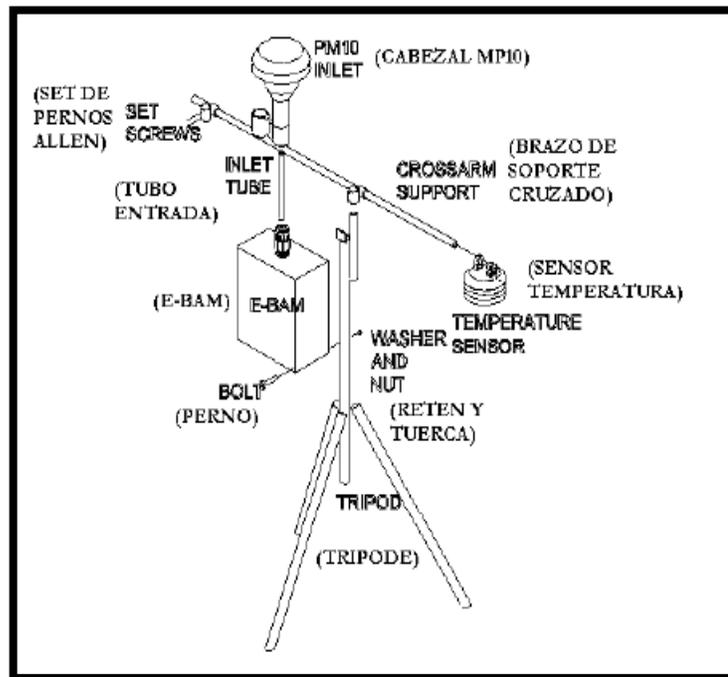
- Un sistema automático de medición.

- Usa una técnica precisa de medición.
- Construida con los mejores materiales.
- Obtención de datos de forma rápida y eficaz.
- Almacena y recupera la información almacenada.

El E-BAM está compuesto por las siguientes partes:

- Brazo cruzado de soporte.
- Rollo de cinta de filtro.
- Gabinete de E-BAM.
- Cabezal PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>.
- Trípode.
- Tubo de entrada.
- Temperatura ambiente.
- Placa de calibración.
- Cable de poder.
- Cable de comunicación.

**Gráfico 2:** Partes del Equipo E-BAM



Fuente: Jenny Taguada

## 7.10 MARCO LEGAL

### 7.10.1 Constitución de la República 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, SumakKawsay.

### 7.10.2 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

La Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004 menciona en sus artículos

**Art. 1.-** Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida

humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

**Art. 2.-** Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación del aire:

- a) Las artificiales, originadas por el desarrollo tecnológico y la acción del hombre, tales como fábricas, calderas, generadores de vapor, talleres, plantas termoeléctricas, refinerías de petróleo, plantas químicas, aeronaves, automotores y similares, la incineración, quema a cielo abierto de basuras y residuos, la explotación de materiales de construcción y otras actividades que produzcan o puedan producir contaminación; y,
- b) Las naturales, ocasionadas por fenómenos naturales, tales como erupciones, precipitaciones, sismos, sequías, deslizamientos de tierra y otros.

### **7.10.3 Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)**

En el Ecuador se encuentra el Texto Unificado De Legislación Secundaria De Medio Ambiente (TULSMA) que es un reglamento encargado de presentar los límites máximos permisibles en cuanto a suelo, aire, agua. Como objetivo principal es preservar la salud de las personas, la calidad de aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general.

**Material particulado menor a 10 micrones (PM<sub>10</sub>).**-El promedio aritmético de la concentración de PM<sub>10</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 µg/m<sup>3</sup>).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m<sup>3</sup>).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM<sub>10</sub> 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 µg/m<sup>3</sup>).

**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 µg/m<sup>3</sup>).

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

**Tabla 3:** Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

<b>CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>ALARMA</b>	<b>EMERGENCIA</b>
<b>Monóxido de Carbono</b> Concentración promedio en ocho horas (µg/m <sup>3</sup> )	15000	30000	40000
<b>Ozono</b> Concentración promedio en ocho horas (µg/m <sup>3</sup> )	200	400	600
<b>Dióxido de Nitrógeno</b> Concentración promedio en una hora (µg/m <sup>3</sup> )	1000	2000	3000
<b>Dióxido de Azufre</b> Concentración promedio en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	200	1000	1800
<b>Material particulado PM<sub>10</sub></b> Concentración en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	250	400	500
<b>Material Particulado PM<sub>2,5</sub></b> Concentración en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	150	250	350

**FUENTE:** Libro VI (TULSMA) ANEXO 4

La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada al Sistema Único de Manejo Ambiental podrá proceder a la ejecución de las siguientes actividades mínimas:

**Tabla 4:** Niveles de alerta, alarma y emergencia.

<b>NIVEL ALERTA</b>	<b>NIVEL DE ALARMA</b>	<b>NIVEL DE EMERGENCIA</b>
---------------------	------------------------	----------------------------

<p>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 en que se está verificando el nivel de alerta para uno o más contaminantes específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas. Tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encuentre fuera de operación.</p>	<p>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 en que se está verificando el nivel de alarma. Esto podrá incluir en limitar el tiempo de operación para aquellas fuentes fijas que no se encontraren en cumplimiento con las normas de emisión.</p>	<p>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 nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**FUENTE:** Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

## 8 PREGUNTAS CIENTÍFICAS

**¿El monitoreo continuo de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> permitió identificar las concentraciones que se encuentren dentro de los niveles de alerta, alarma y emergencia, y así establecer medidas de mitigación?**

Mediante el monitoreo se identificó la presencia de material particulado, con una concentración de 20.4 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> y 8.4 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> en la sector del Niagara y con un 37.6 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> y 13 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> en el sector de la Laguna, por lo tanto se realizó estrategias de mitigación para disminuir la contaminación por material particulado.

**¿La medición de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> ayudó 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?**

En base a los resultados obtenidos del monitoreo se determinó que las concentraciones de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en los sectores de estudio de la parroquia Ignacio Flores se encuentran dentro de los límites máximos permisible establecidos por la normativa ecuatoriana vigente TULSMA Libro VI Anexo 4.

## CAPITULO II

### 9 METODOLOGÍAS

#### 9.1 Área de estudio

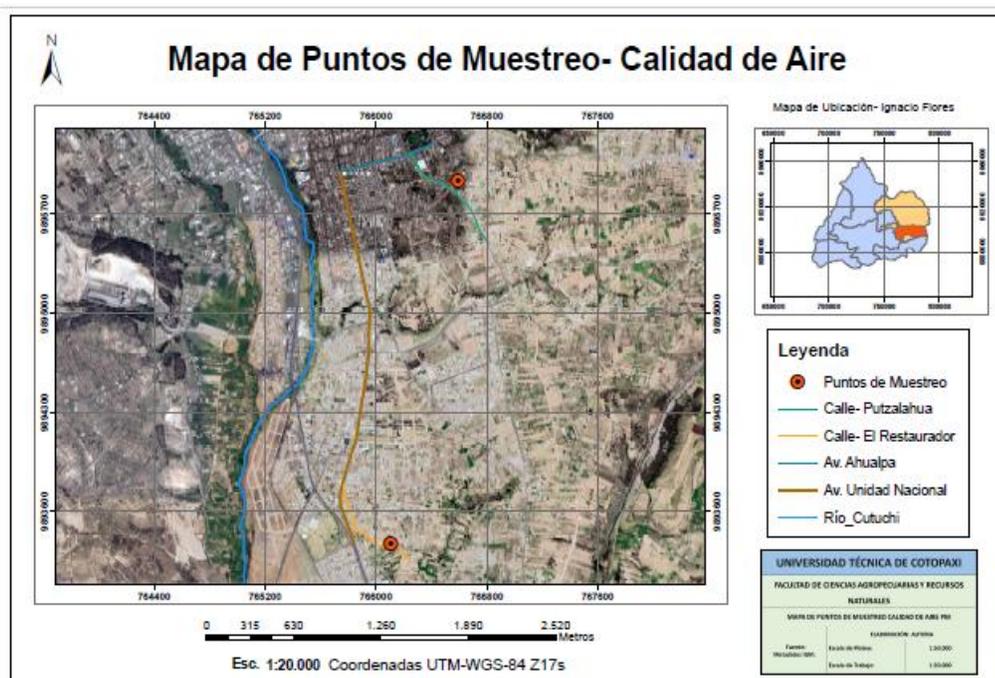
La parroquia Ignacio Flores se encuentra a 2793 m.s.n.m., cuenta con una población de 17.150 habitantes (INEC, 2010) y con un clima templado a frío y con los siguientes datos meteorológicos:

**Temperatura:** 13.2°C-11.9°C

**Precipitación:** 69mm-19mm

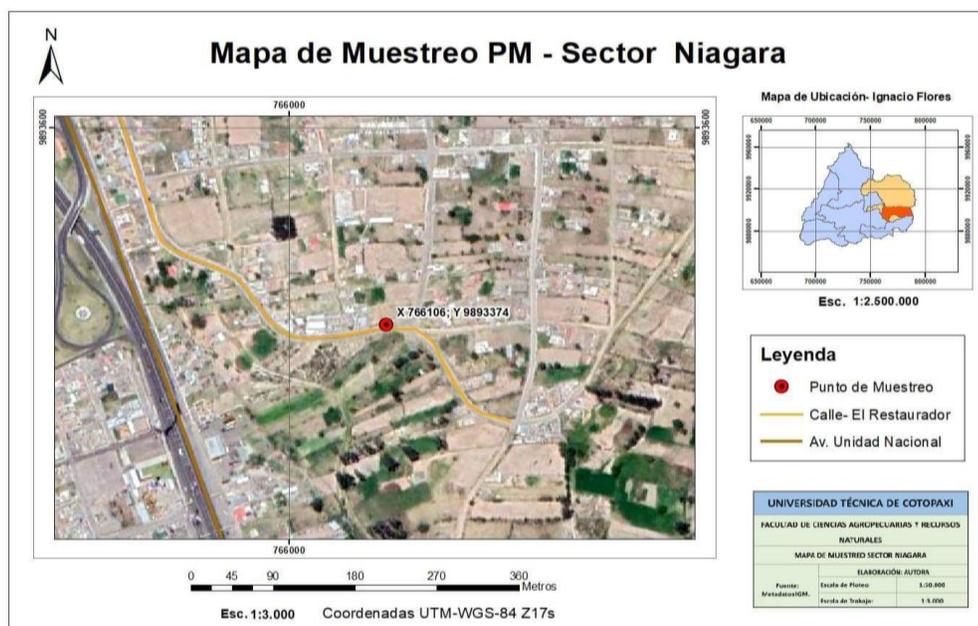
**Velocidad y dirección del viento:** 0° Norte; 90° Este; 180° Sur y 270° Oeste

Gráfico 3: Ubicación del área de estudio.



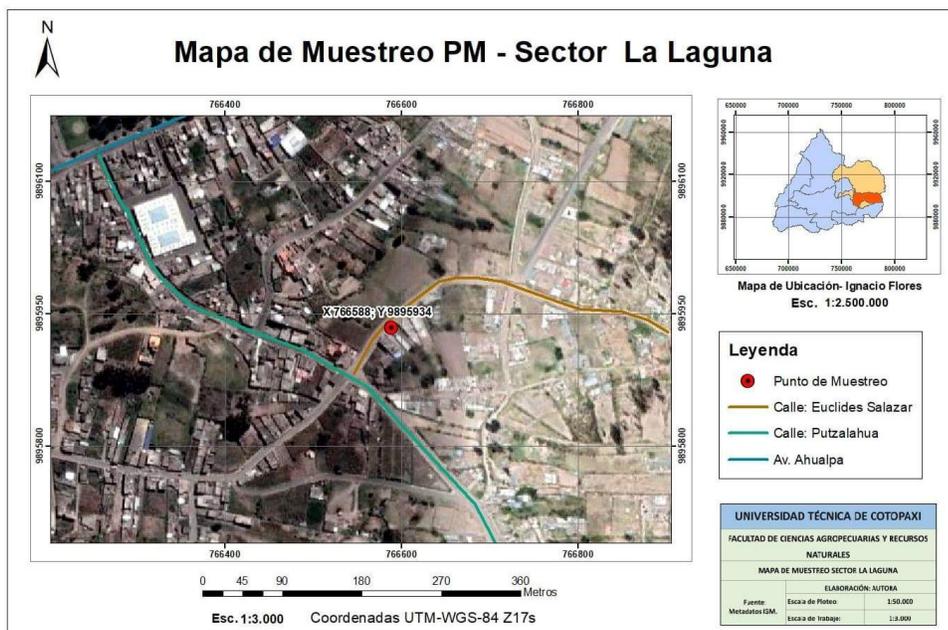
Fuente: Programa ArcGis

Gráfico 4: Primer punto monitoreado sector del Niagara



Fuente: Programa ArcGis

**Gráfico 5:** Segundo punto monitoreado sector La Laguna



**Fuente:** Programa ArcGis

Para realizar la evaluación de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Ignacio Flores se utilizó el equipo E-BAM y se identificó dos puntos estratégicos para el respectivo monitoreo.

El primer punto fue en el sector del Niagara (E 766106; N 9893374), este lugar se eligió debido a la presencia de tráfico vehicular, fábricas que se dedican a diferentes actividades industriales, lo cual genera gran cantidad de contaminación atmosférica.

El segundo punto fue en el barrio de Laguna (E 766588; N 9895934), en este sector existe tráfico vehicular, calles sin asfaltar lo cual genera gran cantidad de polvo que está perjudicando la salud de las personas del lugar y dañando al medio ambiente.

El monitoreo se realizó rigiéndose a la normativa vigente ambiental, en los dos lugares se efectuó durante las 24 horas del día por cada material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , el estudio se ejecutó para conocer la existencia de material particulado y buscar soluciones para minimizar el problema que presenta la parroquia.

## **9.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **9.2.1 Investigación Bibliográfica**

La investigación bibliográfica se utilizó para la recopilación de información necesaria ya que esta ayudó en la identificación del problema y estableciendo conocimientos necesarios para la ejecución del presente estudio.

### **9.2.2 Investigación de campo**

Se aplicó para la recopilación de datos y de información a través de la utilización de equipos en los diferentes puntos de monitoreo y así se obtuvo información que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **9.2.3 Investigación Descriptiva**

Mediante esta investigación se obtuvo conocimientos necesarios sobre la situación actual del problema, la causa que genera material particulado en la parroquia Ignacio Flores, teniendo en cuenta las consecuencias sobre la población y el medio ambiente.

### **9.2.4 Investigación Analítica**

La investigación analítica permitió el análisis de los resultados obtenidos durante el monitoreo en cada uno de los puntos. De esta manera determinamos la concentración del material particulado en la zona de estudio y se verificó si las concentraciones se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente.

## **9.3 MÉTODOS**

### **9.3.1 Método inductivo**

Este método permitió obtener datos precisos sobre material particulado y los resultados serán interpretados y comparados con la normativa vigente para determinar el grado de contaminación.

En el siguiente método se aplica las respectivas etapas que son:

**Observación:** Se utilizó para la respectiva identificación de los factores que produce las emisiones de material particulado en la zona de estudio.

**Análisis:** Mediante la obtención de los datos del monitoreo se realizó una base de datos sobre la concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$

**Comparación:** Los resultados obtenidos se compararon con la normativa vigente.

### **9.3.2 Método analítico**

Este método ayudó en la investigación para conocer más del objeto de estudio, mediante el análisis de las definiciones relacionadas al tema.

## **9.4 TÉCNICAS**

### **9.4.1 Observación directa**

Esta técnica permitió obtener de manera directa y precisa la información para identificar las causas de la contaminación por material particulado en los puntos de monitoreo llevando así la información necesaria para establecer la afectación de estas en la zona.

### **9.4.2 Monitoreo**

El monitoreo se realizó durante 24 horas del día según la normativa vigente TULSMA Libro VI A nexa 4, y permitió conocer el diagnóstico preliminar de la investigación, mediante el cual obtuvimos resultados precisos sobre el material particulado.

## **9.5 INSTRUMENTOS**

### **9.5.1 Libreta de campo**

Sirvió para registrar los datos obtenidos en los diferentes puntos monitoreados en la parroquia Ignacio Flores.

### **9.5.2 GPS**

Se utilizó para la obtención de las coordenadas geográficas de cada punto de muestreo.

### **9.5.3 ArcGIS**

Se utilizó este programa para la delimitación del área de estudio en base a datos geoespaciales.

### **9.5.4 Excel**

Mediante este programa se pudo ingresar los datos obtenidos de los diferentes puntos de muestreo para su respectivo análisis sobre material particulado y se realizó algunos cálculos.

## **9.6 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO DE ACUERDO A LA NORMATIVA VIGENTE.**

### **9.6.1 Equipo E-BAM**

La Normativa Ecuatoriana TULSMA (Texto Unificado Legislación Secundaria), Libro VI Anexo 4 Tabla 1 nos manifiesta sobre los límites máximos permisibles de las emisiones del material particulado, la cual también nos manifiesta sobre el respectivo monitoreo se debe seguir la Normativa EPA -450/4-87-007 de Mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental.

Para el respectivo monitoreo se continuó con las siguientes instrucciones:

### **9.6.2 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 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.

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.

### **9.6.3 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.

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).

### **9.6.4 Espaciamiento desde Carreteras/Caminos.**

Los monitores ambientales deben ser localizados 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.

El E-BAM no debe ser ubicado en áreas no pavimentadas, a menos exista una cubierta vegetal del terreno durante todo el año. La cubierta vegetal, minimiza el impacto del arrastre de polvo resuspendido o polvos fugitivos.

## 10 DISEÑO NO EXPERIMENTAL

### 10.1 Media

Mediante esta fórmula se pudo obtener un promedio de los datos muestreados para poder comparar en la normativa vigente.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

En donde:

X= media o promedio

fx= suma de las frecuencias por su correspondiente dato nominal

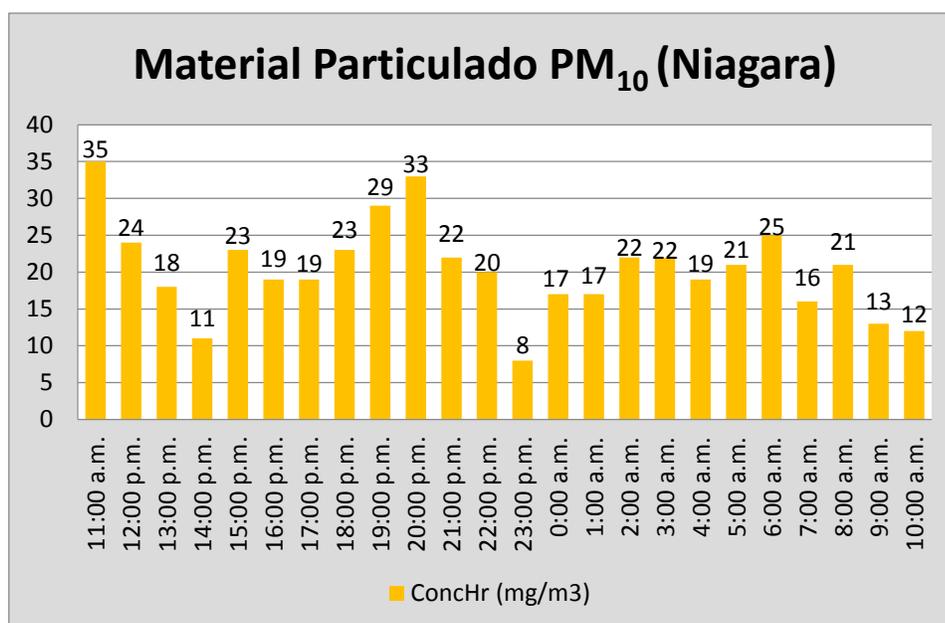
n= suma de todas las frecuencias (número de datos recolectados)

## CAPITULO III

### 11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Durante el monitoreo realizado en los diferentes puntos de estudio de la parroquia Ignacio Flores se obtuvo los siguientes datos que a continuación se detalla en los gráficos correspondientes:

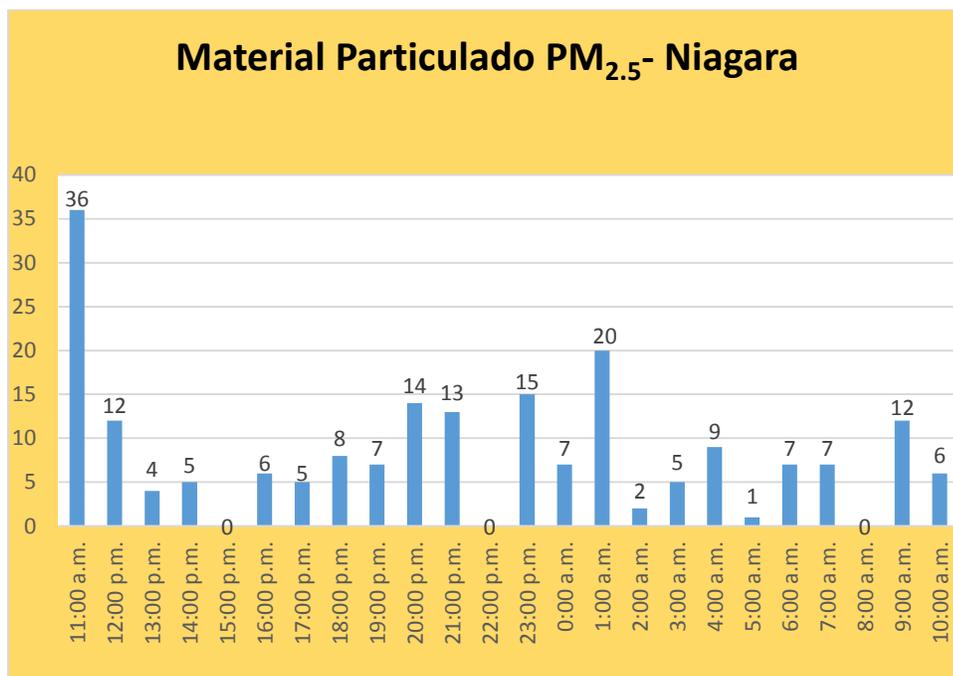
**Gráfico 6:** Concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub>-Niagara



**Elaborado por:** Jenny Taguada

### INTERPRETACIÓN

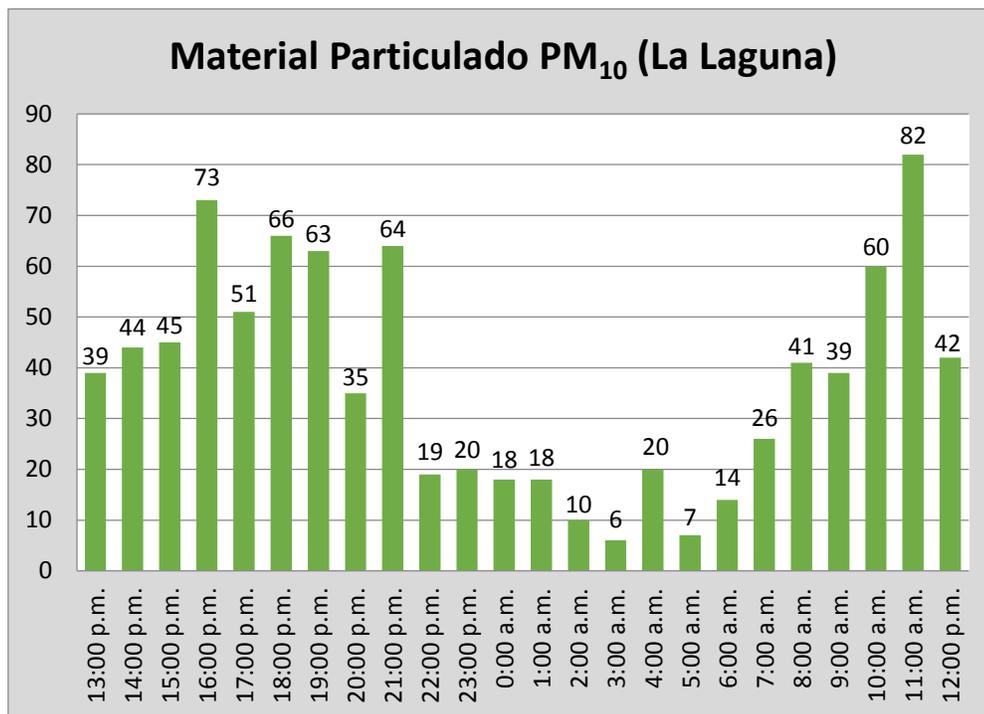
En el siguiente gráfico se pudo identificar que en el sector del Niagara se registró tres picos altos de material particulado PM<sub>10</sub> que fueron a las 11:00 a.m. con una concentración de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; a las 19:00 p.m. con una concentración de 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 20:00 p.m. con una concentración de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  esto se debe a que existió más tráfico vehicular debido que regresaban a sus domicilios después de realizar sus actividades cotidianas; y existen dos picos bajos a las 14:00 p.m. con una concentración de 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y a las 23:00 p.m. con una concentración de 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  debido a la disminución de tráfico vehicular en el lugar de monitoreo.

**Gráfico 7:** Concentración de Material Particulado PM<sub>2.5</sub>- Niagara

**Elaborado por:** Jenny Taguada

## INTERPRETACIÓN

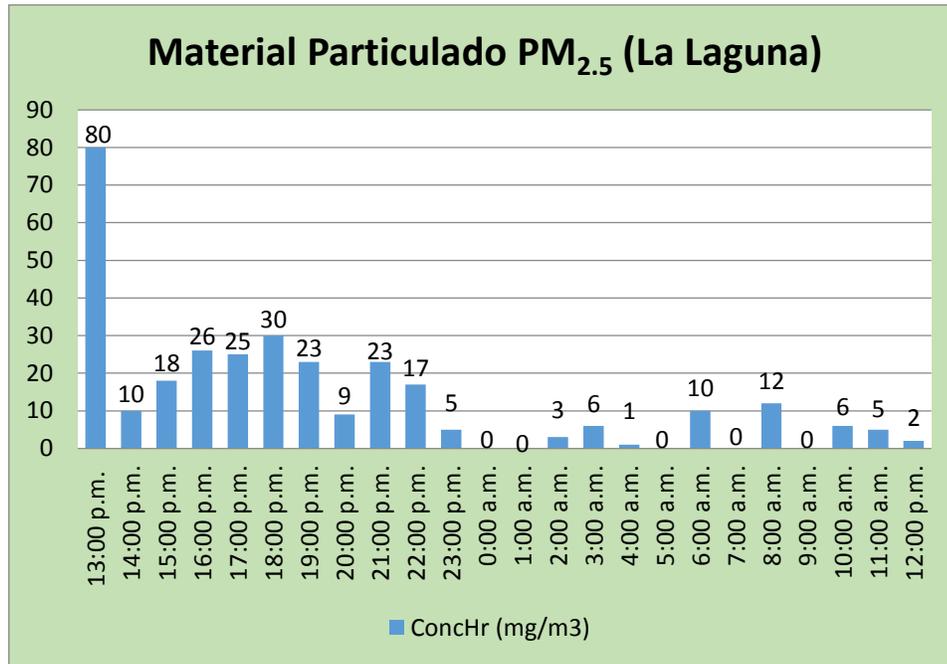
En el siguiente gráfico se determinó que en el sector del Niagara se registró dos picos altos de material particulado PM<sub>2.5</sub> que fueron a las 11:00 a.m. con una concentración de 36µg/m<sup>3</sup> y 1:00 a.m. con una concentración de 20µg/m<sup>3</sup>, lo cual fue producto del tráfico vehicular; y picos bajos con una concentración de 0µg/m<sup>3</sup> debido a que no existió de tráfico vehicular durante esas horas.

**Gráfico 8:** Concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> – Laguna

**Elaborado por:** Jenny Taguada

## INTERPRETACIÓN

En el siguiente gráfico se determinó que en el sector de La Laguna que fue el segundo punto de monitoreo se registró varios picos altos de material particulado PM<sub>10</sub> pero con mayor concentración fueron a las 16:00 p.m. con una concentración de 73µg/m<sup>3</sup> y a las 18:00 p.m. con una concentración de 66µg/m<sup>3</sup> y 11:00 a.m. con una concentración de 82µg/m<sup>3</sup> esto se debe a que existió más tráfico vehicular y mayor cantidad de polvo ya que existe una vía de tercer orden; y con menor concentración fueron a las 3:00 a.m. con 6µg/m<sup>3</sup> y 5:00 a.m. con 7µg/m<sup>3</sup> debido que no existió mayor tráfico vehicular.

**Gráfico 9:** Concentración de Material Particulado PM<sub>2.5</sub> – La Laguna

**Elaborado por:** Jenny Taguada

## INTERPRETACIÓN

En el siguiente gráfico se determinó que en el sector de La Laguna se registró dos picos altos de material particulado PM<sub>2.5</sub> que fueron a las 13:00 p.m. con una concentración de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y a las 18:00 p.m. con una concentración de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  esto se debe a que existió tráfico vehicular y mayor cantidad de polvo; y picos bajos que fueron con una concentración de 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  debido a que fue un fin de semana y no existió mucho tráfico y la tierra de la vía estaba húmeda debido a la presencia de lluvia.

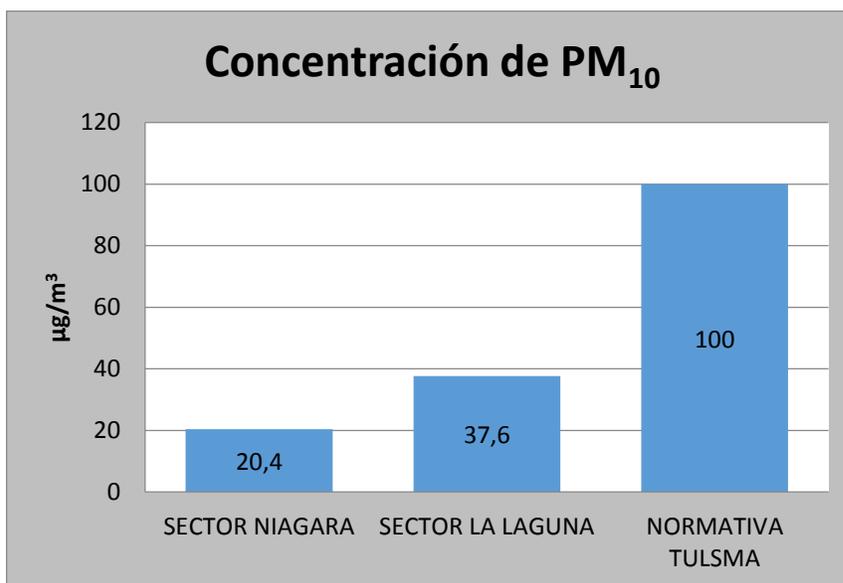
### 11.1 DISCUSIÓN DE DATOS

En la presente tabla se realiza la debida comparación entre los dos puntos de monitoreo en la parroquia Ignacio Flores, durante 24 horas según la normativa vigente TULSMA Libro VI Anexo 4. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, por lo cual la parroquia y los pobladores se encuentran en un ámbito libre de contaminación de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

**Tabla 5:** Comparación con la normativa TULSMA de material particulado PM<sub>10</sub>

<b>CONCENTRACIÓN DE PM<sub>10</sub></b>	
SECTOR NIAGARA	20,4 µg/m <sup>3</sup>
SECTOR LA LAGUNA	37,6 µg/m <sup>3</sup>
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (TULSMA)	100 µg/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Jenny Taguada

**Gráfico 10:** Comparación de PM<sub>10</sub> con la normativa TULSMA (24 horas)

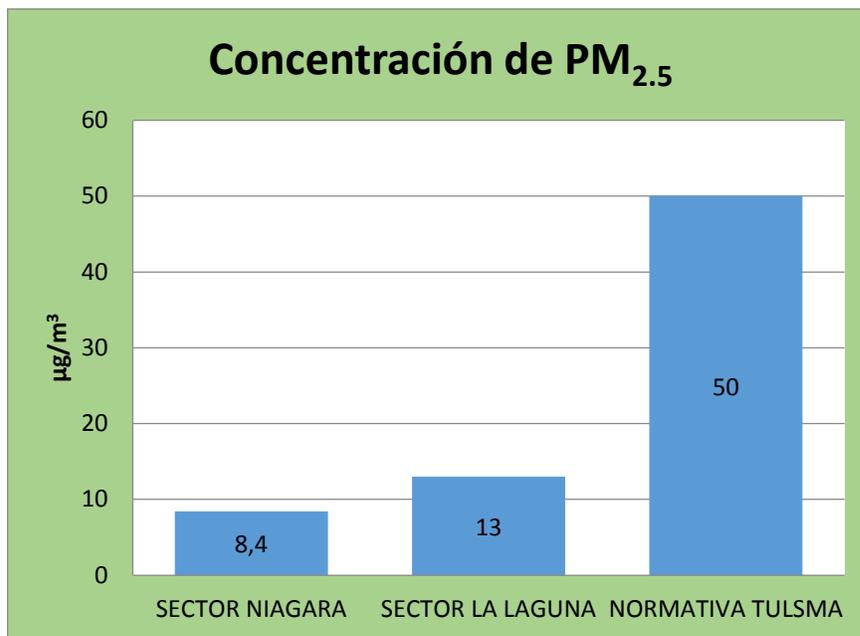
Elaborado por: Jenny Taguada

Según la normativa TULSMA Libro VI Anexo 4 de calidad de Aire los límites máximos permisibles es de 100 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>10</sub>, mediante los datos obtenidos de material particulado PM<sub>10</sub> los dos sectores de la parroquia Ignacio Flores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, lo cual no altera las condiciones de salud de las personas.

**Tabla 6:** Comparación con la normativa TULSMA de material particulado PM<sub>2,5</sub>

<b>CONCENTRACIÓN DE PM<sub>2,5</sub></b>	
SECTOR NIAGARA	8,4 µg/m <sup>3</sup>
SECTOR LA LAGUNA	13 µg/m <sup>3</sup>
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (TULSMA)	50 µg/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Jenny Taguada

**Gráfico 11:** Comparación de PM<sub>2.5</sub> con la normativa TULSMA (24 horas)

Elaborado por: Jenny Taguada

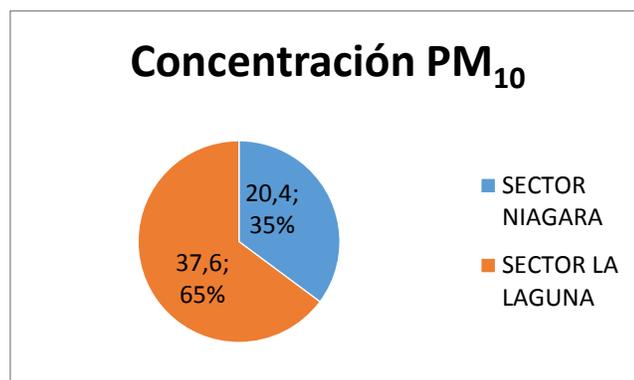
Según la normativa TULSMA Libro VI Anexo 4 los límites máximos permisibles es de 50 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>2.5</sub>, mediante los datos obtenidos el material particulado PM<sub>2.5</sub> los dos sectores de la parroquia Ignacio Flores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, lo cual no altera las condiciones de salud de las personas y del medio ambiente.

## 11.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LOS DOS PUNTOS MONITOREADOS

**Tabla 7:** Concentración promedio de PM<sub>10</sub> de los dos sectores de monitoreo.

CONCENTRACIÓN DE PM <sub>10</sub>	
SECTOR NIAGARA	20,4 µg/m <sup>3</sup>
SECTOR LA LAGUNA	37,6 µg/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Jenny Taguada

**Gráfico 12:** Concentración promedio de PM<sub>10</sub> de los dos sectores de monitoreo (%)

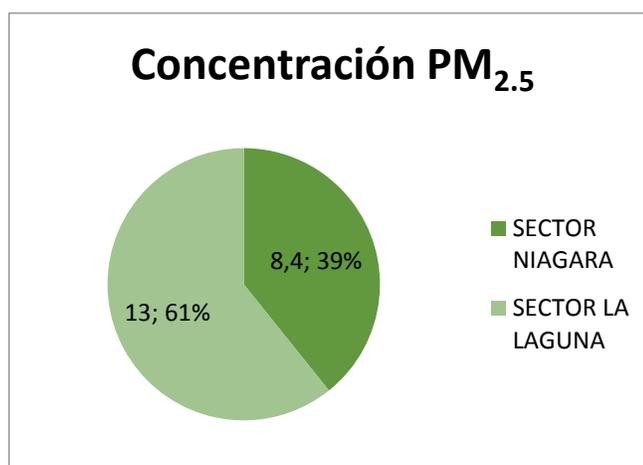
**Elaborado por:** Jenny Taguada

Mediante la comparación de las concentraciones de material particulado PM<sub>10</sub> de los dos lugares de monitoreo de la parroquia Ignacio Flores se obtuvo que el sector de La Laguna posee mayor concentración con 37.6 µg/m<sup>3</sup> que equivale al 65% en comparación con el sector del Niagara que tiene una concentración de 20.4 µg/m<sup>3</sup> que equivale al 35%.

**Tabla 8:** Concentración promedio de PM<sub>2,5</sub> de los sectores de monitoreo.

CONCENTRACIÓN DE PM <sub>2,5</sub>	
SECTOR NIAGARA	8,4 µg/m <sup>3</sup>
SECTOR LA LAGUNA	13 µg/m <sup>3</sup>

**Elaborado por:** Jenny Taguada

**Gráfico 13:** Concentración promedio de PM<sub>2,5</sub> de los dos sectores de monitoreo (%)

**Elaborado por:** Jenny Taguada

Mediante la comparación de las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  de los dos lugares de monitoreo de la parroquia Ignacio Flores se obtuvo que el sector de La Laguna posee mayor concentración con  $13\mu g/m^3$  que corresponde al 61%, en comparación con el sector del Niagara que tiene una concentración de  $8.4\mu g/m^3$  que corresponde al 39%.

## **12 IMPACTOS**

### **12.1 Social**

La contaminación por material particulado es un problema que tiene una alta probabilidad de causar enfermedades cardio-respiratorias en la población, la deposición de las partículas en diferentes partes del cuerpo humano depende del tamaño, forma y densidad de las partículas. Lo cual los monitoreos son importantes para verificar el grado de contaminación que puede existir en la parroquia Ignacio Flores.

### **12.2 Ambiental**

Mediante el monitoreo realizado se observó que el material particulado es producto de las diferentes actividades que realizan las personas y las empresas, esto provoca el deterioro de materiales y de la vegetación, el viento puede transportar las partículas a través de largas distancias y luego, estas pueden instalarse en el suelo o el agua contribuyendo en los efectos de la lluvia ácida.

## **13 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO $PM_{10}$ Y $PM_{2.5}$ EN LA PARROQUIA IGNACIO FLORES**

### **13.1 INTRODUCCIÓN**

Las medidas de mitigación son conjuntos de acciones y obras de prevención, control, atenuación, restauración y/o compensación de los impactos ambientales negativos a implementar antes de la ocurrencia de un desastre, con el fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Se define como medidas de mitigación la implementación de cualquier política, estrategias o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse en la ejecución de una obra o actividad y mejorar la calidad ambiental.

Se ejecutaran medidas ambientales para mitigar los impactos negativos dentro de la parroquia Ignacio Flores, teniendo en cuenta las acciones o actividades que generan el material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , los que causan efectos sobre el Medio Ambiente y la salud de la población.

### **13.2 JUSTIFICACIÓN**

En base a la identificación de material particulado en la parroquia Ignacio Flores, se ejecutará planes de socialización, capacitación y de mitigación para controlar la concentración del contaminante, los mismos que ayudaran a garantizar la salud y el bienestar de la población y del medio ambiente.

Conociendo los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Ignacio Flores es de gran importancia realizar estrategias ambientales para minimizar la contaminación, en base a los datos adquiridos en el sector del Niagara hubo una alta concentración de  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{10}$  y  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{2.5}$ ; mientras que en el sector de La Laguna existió una alta concentración de  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{10}$  y  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{2.5}$  que se pudo constatar que en las diferentes horas del día y con esos datos se identificó que la parroquia se encuentra en el nivel de alerta.

### **13.3 OBJETIVO**

- Proponer medidas de mitigación y control de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la Parroquia Ignacio Flores.

### **13.4 METODOLOGÍA**

A continuación se detalla las propuestas ambientales para la disminución de la contaminación por material particulado en la parroquia Ignacio Flores.

**Estrategia N°1.** Socialización de resultados obtenidos del monitoreo de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

A través de los datos obtenidos del monitoreo se procederá a la socialización de los resultados a la población del dicho lugar de estudio, ya que es de gran importancia el conocimiento sobre los efectos que puede generar el material particulado en la salud.

**Lugar de ejecución:**

Parroquia Ignacio Flores.

**Responsable:**

Técnico encargado del monitoreo y Autoridades del GAD Municipal de Latacunga.

**Tiempo de ejecución:** Ocho horas al día.

Mediante la ejecución se presentara las siguientes temáticas:

- Información sobre material particulado y sus efectos.
- Funcionamiento del equipo utilizado para el monitoreo.
- Elección del sitio de estudio.
- Tipo de material particulado monitoreado en el sector.
- Tiempo de monitoreo de acuerdo a la normativa vigente ecuatoriana.
- Análisis de los resultados obtenidos en el área de estudio.
- Explicación de la normativa TULSMA Libro VI Anexo 4 Calidad de Aire.
- Recomendaciones para la población sobre la contaminación por material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

**Resultados esperados.**

Mediante la socialización de los resultados y sobre la contaminación por material particulado, se espera que la población conozca los efectos que puede generar dicho contaminante y tomar las medidas necesarias para mitigar las concentraciones.

**Estrategia N°2.** Capacitación sobre de los resultados obtenidos del monitoreo de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y diferentes temáticas ambientales.

**Lugar de ejecución:**

Parroquia Ignacio Flores.

**Responsable:**

Técnico encargado del monitoreo y GAD Municipal de Latacunga.

**Tiempo de ejecución:** Doce horas.

Los talleres dirigidos al personal vinculado, deben considerar como mínimo los siguientes temas:

- Importancia de los recursos naturales y sus funciones ecológicas de beneficio humano.
- Beneficio del monitoreo para la localidad.
- Afección al sistema respiratorio y al entorno social-ambiental por material particulado.
- Asesoría a los propietarios de las industrias y transporte público sobre la generación de material particulado.
- Educación ambiental para la disminución de la contaminación atmosférica.

**Resultados esperados.**

Con la ejecución de la capacitación de forma periódica se podrá brindar información de forma clara y oportuna de tal forma que cualquier inquietud o situación con la población sea resuelta con oportunidad y eficacia.

**Estrategia N°3.** Estrategias de mitigación para el control de material particulado.

Las medidas de mitigación para material particulado son destinadas a evitar y minimizar efectos ambientales adversos debido al tránsito de vehículos y vías de tercer orden en los sectores monitoreados.

**Lugar de ejecución:**

Parroquia Ignacio Flores.

**Responsable:**

Dirección de Ambiente del GAD Municipal de Latacunga.

**Tiempo de ejecución:** Ocho horas.

A continuación se presentara las acciones a considerarse para mitigar el índice de contaminación:

- Para las emisiones generadas por el tráfico vehicular se debería realizar riegos para mantener húmedas las vías de tierra.
- Los vehículos deben realizar la respectiva revisión técnica.
- El transporte de material que genere emisión de material particulado como derrames en el camino, deberá realizarlo mediante la cubierta de los materiales con lonas impermeables.
- Apoyo por parte de las autoridades competentes sobre iniciativas de participación ciudadana para incidir en el mejoramiento de la gestión de la calidad del aire de la parroquia.

**Resultados esperados.**

Con la implementación de estrategias ambientales se logrará dar seguimiento por parte de las autoridades ambientales o técnicos especializados en los temas para llevar a cabo y que resulten eficaces. Mantener monitoreos constantes para controlar la concentración de material particulado y que la población concientice sobre la importancia de los recursos naturales.

Para elaborar los planes es necesario regirse a la normativa vigente Ecuatoriana TULSMA Libro VI Anexo IV que se refiere a la calidad de aire, llegando así a obtener respuestas positivas en un futuro.

## 14 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 9: Presupuesto del proyecto.

RECURSOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>Recurso Humano</b>	Estudiante	1		
	Tutor	1		
<b>Materiales de oficina</b>				
Libreta de campo	Libreta	1	\$2.50	\$ 2.50
Esferos	Azul y rojo	2	\$0.40	\$ 0.80
Resma de papel bond		1	\$4.50	\$ 4.50
Carpeta		1	\$0.45	\$ 0.45
<b>Recursos Tecnológicos</b>				
Computadora	180 horas	1	\$0.50	\$ 90.00
GPS	8 horas	1	\$10.00	\$ 80.00
Cámara	15 horas	1	\$5.00	\$ 75.00
Equipo de medición	96 horas	1	\$8.00	\$768.00
<b>Otros Recursos</b>				
Transporte	Carreras	6	\$2.50	\$ 15.00
Alimentación	4 días	3	\$2.50	\$ 30.00
Copias	80 hojas	1	\$0.05	\$ 4.00
Impresiones	180 hojas	3	\$0.10	\$ 18.00
Anillados	180 hojas	3	\$3.00	\$ 9.00
	<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$1,097.25</b>
	<b>10% de imprevisto</b>			<b>\$ 109.75</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1,207.00</b>

Elaborado por: Jenny Taguada

## 15 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 15.1 CONCLUSIONES

- En base a la investigación realizada en la parroquia Ignacio Flores se identificó que existen altas concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en diferentes horas, se monitoreo las 24 horas del día durante cuatro días mediante la utilización del equipo E-BAM.
- Con los resultados obtenidos se pudo constatar que los datos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente de calidad de Aire TULSMA Libro VI Anexo 4, a pesar que existe tráfico vehicular, vías de tercer orden y pequeñas industrias.
- Con la tabulación y comparación de datos se evidenció que en el primer punto de monitoreo que fue en el sector del Niagara existe menor concentración de material particulado con un con un 35% de  $PM_{10}$  y 39% de  $PM_{2.5}$  y en el segundo punto que fue en el sector de La Laguna existe mayor concentración de material particulado, con un 65% de  $PM_{10}$  y 61% de  $PM_{2.5}$
- Mediante el análisis de datos se elaboró estrategias ambientales de mitigación y control para minimizar la contaminación en los sectores monitoreados, para el bienestar de la población y del medio ambiente.

## 15.2 RECOMENDACIONES

- Controlar el nivel de contaminación por material particulado que provocan las industrias y las diferentes actividades que realiza la población mediante monitoreos ambientales continuos.
- Establecer medidas de control y mitigación para minimizar la contaminación ambiental y prevenir enfermedades cardio-respiratorias producidas por la presencia de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .
- Es necesario que las autoridades competentes realicen los debidos controles a las pequeñas industrias, ya que estos desarrollan sus actividades de forma libre sin medir las consecuencias que están provocando hacia la salud de las personas y del medio ambiente.
- Realizar estudios químicos sobre el material particulado mediante el monitoreo en los diferentes lugares de la parroquia en mayor tiempo para obtener datos precisos sobre la concentración del contaminante.

## 16 BIBLIOGRAFÍA

1. Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 159–175.
2. Barrios, S., Peña, F., & Osses, S. (2004). Efectos de la contaminación atmosférica por material particulado en las enfermedades respiratorias agudas en menores de 5 años. *Ciencia Y Enfermería*, 10(2), 21–29.
3. Castañeda, M. (2002). Los síntomas crónicos respiratorios relacionados con las concentraciones ambientales a largo plazo de las partículas finas, menos de 2.5 micras de diámetro aerodinámico (PM2.5) y otros contaminantes del aire. *Medio epidemiológico* .Vol. 5 p. 137-159.
4. Constitución de la República del Ecuador, 24 de julio del 2008.
5. De La Rosa, J. (2008). Contaminación atmosférica de material particulado provocada por la extracción minera. *Macla: Revista de La Sociedad Española de Mineralogía*, 10, 85–88.
6. García, H., (2006). Evaluación del riesgo por emisiones de partículas en fuentes estacionarias de combustión; estudio de caso: Bogotá.
7. Gutiérrez A, & Castañeda, L. (1998). Efectos en la salud de la contaminación por material particulado. *Curso Contaminación del Aire por Material Particulado*. AINSA Medellín-Colombia.
8. Gutiérrez, J., & Quijano, A. (2012). Monitoreo y caracterización fisicoquímica del material particulado PM2.5 en Cúcuta - Norte de Santander - Colombia. *Bistua: Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 24–38.
9. INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico-del-tiempo/>
10. Martínez, I., (2004). *Introducción al monitoreo atmosférico*. ECO / GTZ. México.
11. Martinez A., (1997). *Air Pollution Patters in New York City*. Control Assoc.
12. Murillo P., (2004). *Contaminación atmosférica*. Universidad de Castilla-La Mancha. ISBN8484273245, 9788484273240 pág. 13
13. Nieto, O., (2001), *Efectos en la salud de la contaminación por material particulado*. *Curso Contaminación del Aire por Material Particulado*. AINSA Medellín-Colombia

14. Ordoñez J., (1995). Introducción al Monitores Atmosférico, México.
15. OMS/OPS., (2002). Ecología Humana y Salud, División de Salud y Ambiente. Quito.
16. OMS, (2004). La salud, seguridad o bienestar de los seres vivos por Material Particulado. Colombia.
17. Páez, C., (2008). Gestión de la Calidad de Aire. Quito. MAE. 237 p
18. Pérez, A., (2000). La Salud y el Ambiente en el Desarrollo Sostenible, Washington, E.U.A.
19. Pérez, J., & Merino, M., (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. Luna Azul, (34), 195–213.
20. Sbarato, H., (2006). Distribución espacial de la contaminación por material particulado y su relación con las temperaturas del aire y los vientos en Santiago para el año 2009. Universidad de Chile.
21. Sedding, D. (2002). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. Luna Azul, (34), 195–213.
22. Seinfeld. J., (1998).Contaminación Atmosférica: fundamentos físicos y químicos.
23. Strauss W., et al. 1997. Contaminación del Aire, Causas, efectos y soluciones. México.
24. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del Aire Libro VI, Anexo 4 de la Calidad del Aire.
25. Waldick, J., (2003). Contaminación Atmosférica. Edit. REVERTE. S.A. España.

## 17 ANEXOS

### ANEXO 1: HOJA DE VIDA DEL TUTOR.

#### CURRICULUM VITAE

##### 1.- DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Daza Guerra

**NOMBRES:** Oscar Rene

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0400689790

**Edad:** 53 Años

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Calle Alejandro Villamar 2- 17 Y Maldonado (Ibarra)

**NUMEROS TELÉFONICOS:** (06) 2 644 – 247 - 095058997

**E-MAIL:** Oscaryrene@yahoo.es



##### 2.- EDUCACIÓN FORMAL

<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	Diplomado en <b>DIDACTICA DE LA EDUCACION SUPERIOR</b>	2009--- 2010
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>MASTER “EN GESTION DE LA PRODUCCION”</b>	31 DE ENERO 2007
<b>CONESUP</b>	Certificado de registro de cuarto nivel	Noviembre 2007
<b>CONESUP</b>	Certificado de registro de tercer nivel	Septiembre 2002
<b>U. Técnica del Norte</b>	Ingeniero Forestal	03-05-98
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>TUTOR TESIS MAESTRIA</b> , “Utilización de los subproductos agroindustriales de banano, yuca, maracuyá, cacao, café, arroz, maíz, palma africana para la alimentación de rumiantes”	Noviembre 2008
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo I</b> 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
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo II</b> 1.- Higiene industrial monitoreo Monitoreo ambiental y laboratorios. 2.- Psicología del trabajo	05 - 08 – 01 15 – 01 – 03

<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo III</b> 1.- Administración y programación de la producción industrial. 2.- Ingeniería de la producción.	05 - 08 – 01 15 – 01 – 03
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo Lv</b> 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
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo. V</b> 1.- Planificación Empresarial del medio ambiente y conservación de los recursos naturales	05 - 08 – 01 15 – 01 – 03
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>Módulo. VI</b> 1.- Evaluación del impacto ambiental y auditorías ambientales. 2.- Economía ambiental.	05 - 08 – 01 15 – 01 – 03
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	Certificado de Egresado en la “MAESTRIA EN GESTION DE LA PRODUCCIÓN”	
<b>DFC – UNORCAC – EMELNORTE</b>	Certificado año técnico rural	30-10-95 30-10 96
<b>Universidad Técnica del Norte</b>	Certificado del Centro académico de idiomas	1993 – 1994
<b>U. Técnica del Norte</b>	Certificado de Egresado de Ingeniería Forestal	
<b>Colegio Carlos Martínez Acosta</b>	Bachiller Químico Biólogo	1986- 1.987
<b>E. Rafael Arellano</b>	Primaria	1977-1978

### 3.- EXPERIENCIA DE TRABAJO

<b>CARGO</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>FECHA</b>
<b>Catedrático</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi	03- 1999 hasta la fecha
<b>Catedrático</b>	Universidad Tecnológica Equinoccial	04 al 09 - 2.001
<b>Consultor Ambiental</b>	Fundación “ DEINCO”	1.998 – 2002
<b>Investigador – extensionista cuencas hidrográficas en el norte del país</b>	UNORCAC – DFC- FAO	1.997- 1.999
<b>Consultor, Diagnóstico participativo para el plan de manejo de la cuenca hidrográfica de Ambuqui</b>	VISIÓN MUNDIAL- DFC (FAO)	1.998- 1.999

<b>Profesor, Ciencias naturales y Química general</b> "Estudios libres" UTN	Universidad Técnica del Norte	1.994 - 1996
--------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	--------------

**ANEXO 2: HOJA DE VIDA DEL ESTUDIANTE.**

**CURRICULUM VITAE**

**1. DATOS PERSONALES**

**NOMBRES:** Jenny Maricela

**APELLIDOS:** Taguada Tenorio

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 050365158-0

**LUGAR DE NACIMIENTO:** Salcedo- Cotopaxi

**ESTADO CIVIL:** Casada

**DIRECCIÓN:** Calle Pujili y Pangua

**TELÉFONOS:** 0998170075

**CORREO:** jenny.taguada0@utc.edu.ec



**2.- ESTUDIOS REALIZADOS NIVEL**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>UNIDAD EDUCATIVA</b>
<b>PRIMARIA</b>		Escuela Fiscal Mixta Rosa Zarate
<b>SECUNDARIA</b>	Especialidad Químico Biólogo	Colegio Experimental Salcedo
<b>SUPERIOR</b>		Universidad Técnica de Cotopaxi

**3.- CURSOS REALIZADOS**

- Seminario de Capacitación en Calidad Ambiental.
- Seminario Internacional en Fiscalización, Seguimiento y Control Ambiental.
- Seminario Manejo de Instrumentación Ambiental.

### ANEXO 3: EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

#### Equipo E-BAM



Fuente: Jenny Taguada

#### Partes del Equipo E-BAM



Fuente: Jenny Taguada

### ANEXO 4: PUNTOS DE MONITOREO.

#### Punto 1 Niagara

Monitoreo de PM<sub>10</sub>



Fuente: Jenny Taguada

Monitoreo de PM<sub>2.5</sub>



Fuente: Jenny Taguada

### Sitio de monitoreo Niagara



Fuente: Jenny Taguada

### Punto 2 La Laguna

### Tráfico Vehicular



Fuente: Jenny Taguada



Fuente: Jenny Taguada

### Monitoreo PM<sub>2.5</sub>



Fuente: Jenny Taguada

### Utilización del equipo



Fuente: Jenny Taguada

### Registro de datos en el papel filtro



**Fuente:** Jenny Taguada



**ANEXO 6: MATRICES DE CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE LOS PUNTOS MONITOREADOS (24 horas).**

**Concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> – Niagara**

N°	HORA	ConcHr (µg/m <sup>3</sup> )	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMATIVA TULSMA (µg/m <sup>3</sup> )	CUMPLE	NO CUMPLE
1	11:00 a.m.	35	100	X	
2	12:00 p.m.	24	100	X	
3	13:00 p.m.	18	100	X	
4	14:00 p.m.	11	100	X	
5	15:00 p.m.	23	100	X	
6	16:00 p.m.	19	100	X	
7	17:00 p.m.	19	100	X	
8	18:00 p.m.	23	100	X	
9	19:00 p.m.	29	100	X	
10	20:00 p.m.	33	100	X	
11	21:00 p.m.	22	100	X	
12	22:00 p.m.	20	100	X	
13	23:00 p.m.	8	100	X	
14	0:00 a.m.	17	100	X	
15	1:00 a.m.	17	100	X	
16	2:00 a.m.	22	100	X	
17	3:00 a.m.	22	100	X	
18	4:00 a.m.	19	100	X	
19	5:00 a.m.	21	100	X	
20	6:00 a.m.	25	100	X	
21	7:00 a.m.	16	100	X	
22	8:00 a.m.	21	100	X	
23	9:00 a.m.	13	100	X	
24	10:00 a.m.	12	100	X	

**Elaborado por:** Jenny Taguada

### Concentración de Material Particulado PM<sub>2.5</sub> – Niagara

N°	HORA	ConcHr ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMATIVA TULSMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CUMPLE	NO CUMPLE
1	11:00 a.m.	36	50	X	
2	12:00 p.m.	12	50	X	
3	13:00 p.m.	4	50	X	
4	14:00 p.m.	5	50	X	
5	15:00 p.m.	0	50	X	
6	16:00 p.m.	6	50	X	
7	17:00 p.m.	5	50	X	
8	18:00 p.m.	8	50	X	
9	19:00 p.m.	7	50	X	
10	20:00 p.m.	14	50	X	
11	21:00 p.m.	13	50	X	
12	22:00 p.m.	0	50	X	
13	23:00 p.m.	15	50	X	
14	0:00 a.m.	7	50	X	
15	1:00 a.m.	20	50	X	
16	2:00 a.m.	2	50	X	
17	3:00 a.m.	5	50	X	
18	4:00 a.m.	9	50	X	
19	5:00 a.m.	1	50	X	
20	6:00 a.m.	7	50	X	
21	7:00 a.m.	7	50	X	
22	8:00 a.m.	0	50	X	
23	9:00 a.m.	12	50	X	
24	10:00 a.m.	6	50	X	

Elaborado por: Jenny Taguada

### Concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> – La Laguna

Nº	HORA	ConcHr (µg/m <sup>3</sup> )	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMATIVA TULSMA (µg/m <sup>3</sup> )	CUMPLE	NO CUMPLE
1	13:00 p.m.	39	100	X	
2	14:00 p.m.	44	100	X	
3	15:00 p.m.	45	100	X	
4	16:00 p.m.	73	100	X	
5	17:00 p.m.	51	100	X	
6	18:00 p.m.	66	100	X	
7	19:00 p.m.	63	100	X	
8	20:00 p.m.	35	100	X	
9	21:00 p.m.	64	100	X	
10	22:00 p.m.	19	100	X	
11	23:00 p.m.	20	100	X	
12	0:00 a.m.	18	100	X	
13	1:00 a.m.	18	100	X	
14	2:00 a.m.	10	100	X	
15	3:00 a.m.	6	100	X	
16	4:00 a.m.	20	100	X	
17	5:00 a.m.	7	100	X	
18	6:00 a.m.	14	100	X	
19	7:00 a.m.	26	100	X	
20	8:00 a.m.	41	100	X	
21	9:00 a.m.	39	100	X	
22	10:00 a.m.	60	100	X	
23	11:00 a.m.	82	100	X	
24	12:00 p.m.	42	100	X	

Elaborado por: Jenny Taguada

### Concentración de Material Particulado PM<sub>2.5</sub> – La Laguna.

N°	HORA	ConcHr (µg/m <sup>3</sup> )	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMATIVA TULSMA (µg/m <sup>3</sup> )	CUMPLE	NO CUMPLE
1	13:00 p.m.	80	50	X	
2	14:00 p.m.	10	50	X	
3	15:00 p.m.	18	50	X	
4	16:00 p.m.	26	50	X	
5	17:00 p.m.	25	50	X	
6	18:00 p.m.	30	50	X	
7	19:00 p.m.	23	50	X	
8	20:00 p.m.	9	50	X	
9	21:00 p.m.	23	50	X	
10	22:00 p.m.	17	50	X	
11	23:00 p.m.	5	50	X	
12	0:00 a.m.	0	50	X	
13	1:00 a.m.	0	50	X	
14	2:00 a.m.	3	50	X	
15	3:00 a.m.	6	50	X	
16	4:00 a.m.	1	50	X	
17	5:00 a.m.	0	50	X	
18	6:00 a.m.	10	50	X	
19	7:00 a.m.	0	50	X	
20	8:00 a.m.	12	50	X	
21	9:00 a.m.	0	50	X	
22	10:00 a.m.	6	50	X	
23	11:00 a.m.	5	50	X	
24	12:00 p.m.	2	50	X	

Elaborado por: Jenny Taguada

**DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO E-BAM**

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
20/05/2019 8:45	0	0	0	0,3	1	14,2	0	47	14,1	11,9	0	0
20/05/2019 9:00	0	0	0	0,3	1	15,2	0	47	14,4	12	0	0
20/05/2019 9:15	0	0	0,2	0,3	1	15,7	0	46	14,4	13,4	0	0
22/05/2019 9:45	0	0	4,9	0,3	1	14,6	0	46	14,3	18,2	256	1
22/05/2019 10:00	0,072	0,122	16,7	0,3	1	14	0	40	14,4	18	256	1
22/05/2019 10:15	0,004	0,122	16,7	0,3	1	15,7	0	34	14,4	19,8	256	1
22/05/2019 10:30	0,002	0	15,5	0,3	1	15,1	0	32	14,3	21,5	256	1
22/05/2019 10:45	0,039	0	16,7	0,3	1	15,5	0	32	14,4	21,6	256	1
22/05/2019 11:00	0,029	0,035	16,7	0,3	1	16,5	0	30	14,4	22,6	256	1
22/05/2019 11:15	0,026	0,035	16,7	0,3	1	16,9	0	29	14,4	23,4	256	1
22/05/2019 11:30	0,011	0,035	16,7	0,3	1	17,6	0	28	14,4	24,1	256	1
22/05/2019 11:45	0,024	0,035	16,7	0,3	1	17,6	0	27	14,4	24,7	256	1
22/05/2019 12:00	0,02	0,024	16,7	0,3	1	17,7	0	27	14,4	24,8	0	1
22/05/2019 12:15	-0,005	0,024	16,7	0,3	1	17,9	0	26	14,4	25	0	1
22/05/2019 12:30	0,055	0,024	16,7	0,3	1	17,4	0	26	14,4	24,8	0	1
22/05/2019 12:45	0,032	0,024	16,7	0,3	1	17,4	0	26	14,4	24,4	0	1
22/05/2019 13:00	0,018	0,018	16,7	0,3	1	17,9	0	26	14,4	24,4	0	1
22/05/2019 13:15	0,016	0,018	16,7	0,3	1	18,2	0	25	14,4	24,6	0	1
22/05/2019 13:30	0,018	0,018	16,7	0,3	1	18,4	0	25	14,4	24,8	0	1
22/05/2019 13:45	0,004	0,018	16,7	0,3	1	18,5	0	25	14,4	25	0	1
22/05/2019 14:00	0,026	0,011	16,7	0,3	1	18,6	0	25	14,4	25,1	0	1
22/05/2019 14:15	-0,005	0,011	16,7	0,3	1	19,3	0	24	14,4	25,8	0	1
22/05/2019 14:30	0,038	0,011	16,7	0,3	1	18,6	0	24	14,4	25,7	0	1
22/05/2019 14:45	0,027	0,011	16,7	0,3	1	18,5	0	24	14,4	25,4	0	1
22/05/2019 15:00	-0,005	0,023	16,7	0,3	1	18	0	24	14,4	24,9	0	1
22/05/2019 15:15	0,056	0,023	16,7	0,3	1	18	0	25	14,4	24,6	0	1
22/05/2019 15:30	0,015	0,023	16,7	0,3	1	17,8	0	25	14,4	24,4	0	1
22/05/2019 15:45	0,004	0,023	16,7	0,3	1	17,9	0	25	14,4	24,4	0	1
22/05/2019 16:00	0,02	0,019	16,7	0,3	1	18	0	25	14,4	24,3	0	1

22/05/2019 16:15	0,005	0,019	16,7	0,3	1	17,7	0	26	14,4	24	0	1
22/05/2019 16:30	0,029	0,019	16,7	0,3	1	17,7	0	26	14,4	23,8	0	1
22/05/2019 16:45	0,026	0,019	16,7	0,3	1	17,3	0	27	14,4	23,4	0	1
22/05/2019 17:00	0,01	0,019	16,7	0,3	1	17,3	0	28	14,4	22,7	0	1
22/05/2019 17:15	0,029	0,019	16,7	0,3	1	17,3	0	29	14,4	22,2	0	1
22/05/2019 17:30	0,007	0,019	16,7	0,3	1	17,1	0	29	14,4	21,8	0	1
22/05/2019 17:45	0,05	0,019	16,7	0,3	1	16,7	0	30	14,4	21,4	0	1
22/05/2019 18:00	0,008	0,023	16,7	0,3	1	16,2	0	31	14,4	21	0	1
22/05/2019 18:15	0,033	0,023	16,7	0,3	1	15,7	0	31	14,4	20,4	0	1
22/05/2019 18:30	0,03	0,023	16,7	0,3	1	15,2	0	32	14,4	19,9	0	1
22/05/2019 18:45	0,026	0,023	16,7	0,3	1	14,7	0	33	14,4	19,6	0	1
22/05/2019 19:00	0,034	0,029	16,7	0,3	1	14,4	0	34	14,4	19,3	0	1
22/05/2019 19:15	0,033	0,029	16,7	0,3	1	14	0	34	14,4	18,9	0	1
22/05/2019 19:30	0,032	0,029	16,7	0,3	1	13,6	0	35	14,4	18,6	0	1
22/05/2019 19:45	-0,005	0,029	16,7	0,3	1	13,2	0	36	14,4	18,2	0	1
22/05/2019 20:00	0,08	0,033	16,7	0,3	1	12,7	0	37	14,4	17,8	0	1
22/05/2019 20:15	0,015	0,033	16,7	0,3	1	12,6	0	37	14,4	17,5	0	1
22/05/2019 20:30	0,024	0,033	16,7	0,3	1	12,4	0	38	14,4	17,3	0	1
22/05/2019 20:45	0,032	0,033	16,7	0,3	1	11,9	0	39	14,4	17,1	0	1
22/05/2019 21:00	0,036	0,022	16,7	0,3	1	11,5	0	41	14,4	16,8	0	1
22/05/2019 21:15	0,013	0,022	16,7	0,3	1	11,6	0	42	14,4	16,6	0	1
22/05/2019 21:30	0,022	0,022	16,7	0,3	1	11,3	0	42	14,4	16,4	0	1
22/05/2019 21:45	0,016	0,022	16,7	0,3	1	11,1	0	43	14,4	16,2	0	1
22/05/2019 22:00	0,023	0,02	16,7	0,3	1	10,9	0	43	14,4	16,1	0	1
22/05/2019 22:15	0,013	0,02	16,7	0,3	1	10,7	0	43	14,4	15,9	0	1
22/05/2019 22:30	0,029	0,02	16,7	0,3	1	10,3	0	44	14,4	15,8	0	1
22/05/2019 22:45	0,01	0,02	16,7	0,3	1	10,9	0	44	14,4	16	0	1
22/05/2019 23:00	-0,005	0,008	16,7	0,3	1	11,1	0	43	14,4	16,4	0	1
22/05/2019 23:15	0,02	0,008	16,7	0,3	1	11,2	0	42	14,4	16,8	0	1
22/05/2019 23:30	0,03	0,008	16,7	0,3	1	11,1	0	41	14,4	17,1	0	1

22/05/2019 23:45	0,001	0,008	16,7	0,3	1	11,2	0	42	14,4	17,1	0	1
23/05/2019 0:00	-0,004	0,017	16,7	0,3	1	11,1	0	41	14,4	17	0	1
23/05/2019 0:15	0,028	0,017	16,3	0,3	1	10,9	0	44	14,4	16,8	0	1
23/05/2019 0:30	0,009	0,017	16,7	0,3	1	10,9	0	44	14,4	16,7	0	1
23/05/2019 0:45	0,018	0,017	16,7	0,3	1	10,8	0	44	14,4	16,4	0	1
23/05/2019 1:00	0,029	0,017	16,7	0,3	1	10,7	0	44	14,4	16,3	0	1
23/05/2019 1:15	0,007	0,017	16,7	0,3	1	10,3	0	44	14,4	16,1	0	1
23/05/2019 1:30	0,038	0,017	16,7	0,3	1	9,9	0	45	14,4	15,6	0	1
23/05/2019 1:45	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	9,7	0	45	14,4	15,7	0	1
23/05/2019 2:00	0,032	0,022	16,7	0,3	1	9,8	0	45	14,4	15,5	0	1
23/05/2019 2:15	0,016	0,022	16,7	0,3	1	9,6	0	45	14,4	15,5	0	1
23/05/2019 2:30	0,041	0,022	16,7	0,3	1	9,6	0	45	14,4	15,4	0	1
23/05/2019 2:45	0,007	0,022	16,7	0,3	1	9,8	0	44	14,4	15,4	0	1
23/05/2019 3:00	0,031	0,022	16,7	0,3	1	10	0	44	14,4	15,5	0	1
23/05/2019 3:15	0,03	0,022	16,7	0,3	1	10,1	0	44	14,4	15,6	0	1
23/05/2019 3:30	0,01	0,022	16,7	0,3	1	10,1	0	44	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 3:45	0,015	0,022	16,7	0,3	1	10,1	0	44	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 4:00	0,022	0,019	16,7	0,3	1	10,2	0	44	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 4:15	0,019	0,019	16,7	0,3	1	10,3	0	43	14,4	16	0	1
23/05/2019 4:30	0,009	0,019	16,7	0,3	1	10,4	0	43	14,4	16,2	0	1
23/05/2019 4:45	0,039	0,019	16,7	0,3	1	10,1	0	44	14,4	16	0	1
23/05/2019 5:00	0,018	0,021	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 5:15	0,026	0,021	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	15,6	0	1
23/05/2019 5:30	-0,005	0,021	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	16,1	0	1
23/05/2019 5:45	0,043	0,021	16,7	0,3	1	9,9	0	45	14,4	16,1	0	1
23/05/2019 6:00	0,051	0,025	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 6:15	-0,004	0,025	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	15,8	0	1
23/05/2019 6:30	-0,005	0,025	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	16,1	0	1
23/05/2019 6:45	0,063	0,025	16,7	0,3	1	10,1	0	44	14,4	16,1	0	1
23/05/2019 7:00	0,038	0,016	16,7	0,3	1	10,2	0	43	14,4	16,4	0	1

23/05/2019 7:15	0,021	0,016	16,7	0,3	1	10,4	0	42	14,4	17	0	1
23/05/2019 7:30	0,013	0,016	16,7	0,3	1	10,5	0	40	14,4	17,5	0	1
23/05/2019 7:45	0,003	0,016	16,7	0,3	1	10,9	0	39	14,4	18,2	0	1
23/05/2019 8:00	0,026	0,021	16,7	0,3	1	11,3	0	37	14,4	18,9	0	1
23/05/2019 8:15	0,012	0,021	16,7	0,3	1	11,8	0	35	14,4	19,6	0	1
23/05/2019 8:30	0,024	0,021	16,7	0,3	1	12,5	0	33	14,4	20,4	0	1
23/05/2019 8:45	-0,001	0,021	16,7	0,3	1	13	0	32	14,4	20,9	0	1
23/05/2019 9:00	0,01	0,013	16,7	0,3	1	13,5	0	31	14,4	21,4	0	1
23/05/2019 9:15	0,037	0,013	16,7	0,3	1	14,1	0	30	14,4	22,2	0	1
23/05/2019 9:30	-0,004	0,013	16,7	0,3	1	14,3	0	29	14,4	22,9	0	1
23/05/2019 9:45	0,006	0,013	16,7	0,3	1	14,3	0	28	14,4	23,2	0	1
23/05/2019 10:00	0,023	0,012	16,7	0,3	1	14,1	0	28	14,4	23,5	0	1
23/05/2019 10:15	0,007	0,012	16,7	0,3	1	14	0	28	14,4	24,2	0	1
23/05/2019 10:30	0,011	0,012	16,7	0,3	1	14,5	0	26	14,4	25,4	0	1
23/05/2019 10:45	0	0	3,6	0,3	1	16,1	0	32	14,3	26,1	256	0
23/05/2019 11:00	0,006	0,036	16,7	0,3	1	17	0	29	14,4	25	256	0
23/05/2019 11:15	0,008	0,036	16,7	0,3	1	17,6	0	28	14,4	25,8	256	0
23/05/2019 11:30	0,028	0,036	16,7	0,3	1	17,6	0	27	14,4	26,1	256	0
23/05/2019 11:45	0,016	0,036	16,7	0,3	1	17,8	0	27	14,4	26,3	256	0
23/05/2019 12:00	0,011	0,012	16,7	0,3	1	18	0	26	14,4	26,3	0	0
23/05/2019 12:15	0,012	0,012	16,7	0,3	1	18,2	0	27	14,4	26,3	0	0
23/05/2019 12:30	0,005	0,012	16,7	0,3	1	18,9	0	26	14,4	26,5	0	0
23/05/2019 12:45	-0,005	0,012	16,7	0,3	1	19,4	0	24	14,4	27,2	0	0
23/05/2019 13:00	0,025	0,004	16,7	0,3	1	18,8	0	24	14,4	27	0	0
23/05/2019 13:15	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	19,5	0	25	14,4	27	0	0
23/05/2019 13:30	0,014	0,004	16,7	0,3	1	19,8	0	24	14,4	27,4	0	0
23/05/2019 13:45	-0,004	0,004	16,7	0,3	1	19,7	0	24	14,4	27,5	0	0
23/05/2019 14:00	0,009	0,005	16,7	0,3	1	19,1	0	25	14,4	27,2	0	0
23/05/2019 14:15	0,007	0,005	16,7	0,3	1	19,1	0	25	14,4	26,7	0	0
23/05/2019 14:30	0,01	0,005	16,7	0,3	1	19,3	0	26	14,4	26,4	0	0

23/05/2019 14:45	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	18,9	0	27	14,4	26	0	0
23/05/2019 15:00	-0,002	-0,001	16,7	0,3	1	18,3	0	27	14,4	25,3	0	0
23/05/2019 15:15	0,003	-0,001	16,7	0,3	1	18,2	0	28	14,4	24,8	0	0
23/05/2019 15:30	-0,002	-0,001	16,7	0,3	1	18,3	0	29	14,4	24,5	0	0
23/05/2019 15:45	0,013	-0,001	16,7	0,3	1	18,2	0	28	14,4	24,5	0	0
23/05/2019 16:00	0,001	0,006	16,7	0,3	1	17,9	0	28	14,4	24,3	0	0
23/05/2019 16:15	0,007	0,006	16,7	0,3	1	17,7	0	29	14,4	24	0	0
23/05/2019 16:30	0,01	0,006	16,7	0,3	1	17,8	0	30	14,4	23,8	0	0
23/05/2019 16:45	0,002	0,006	16,7	0,3	1	17,9	0	31	14,4	23,7	0	0
23/05/2019 17:00	0	0,005	16,7	0,3	1	17,5	0	31	14,4	23,6	0	0
23/05/2019 17:15	0,013	0,005	16,7	0,3	1	16,7	0	32	14,4	22,9	0	0
23/05/2019 17:30	0,004	0,005	16,7	0,3	1	16,3	0	33	14,4	22,1	0	0
23/05/2019 17:45	0,008	0,005	16,7	0,3	1	16	0	34	14,4	21,6	0	0
23/05/2019 18:00	0,001	0,008	16,7	0,3	1	15,5	0	35	14,4	21	0	0
23/05/2019 18:15	0,017	0,008	16,7	0,3	1	15	0	36	14,4	20,5	0	0
23/05/2019 18:30	0,009	0,008	16,7	0,3	1	14,7	0	37	14,4	20	0	0
23/05/2019 18:45	0,003	0,008	16,7	0,3	1	14,3	0	37	14,4	19,6	0	0
23/05/2019 19:00	0,016	0,007	16,7	0,3	1	14	0	38	14,4	19,1	0	0
23/05/2019 19:15	0,007	0,007	16,7	0,3	1	13,8	0	39	14,4	18,8	0	0
23/05/2019 19:30	0,02	0,007	16,7	0,3	1	13,7	0	39	14,4	18,5	0	0
23/05/2019 19:45	0,002	0,007	16,7	0,3	1	13,5	0	40	14,4	18,3	0	0
23/05/2019 20:00	0,003	0,014	16,7	0,3	1	13,1	0	40	14,4	18,2	0	0
23/05/2019 20:15	0,019	0,014	16,7	0,3	1	12,8	0	41	14,4	18	0	0
23/05/2019 20:30	0,013	0,014	16,7	0,3	1	12,9	0	41	14,4	18	0	0
23/05/2019 20:45	0,005	0,014	16,7	0,3	1	12,9	0	41	14,4	18	0	0
23/05/2019 21:00	0,013	0,013	16,7	0,3	1	12,7	0	42	14,4	17,8	0	0
23/05/2019 21:15	0,015	0,013	16,7	0,3	1	12,6	0	43	14,4	17,8	0	0
23/05/2019 21:30	0,009	0,013	16,7	0,3	1	12,2	0	44	14,4	17,5	0	0
23/05/2019 21:45	0,001	0,013	16,7	0,3	1	11,9	0	45	14,4	17,3	0	0
23/05/2019 22:00	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	11,6	0	45	14,4	17,4	0	0

23/05/2019 22:15	-0,001	-0,005	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,5	0	0
23/05/2019 22:30	0,029	-0,005	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,4	0	0
23/05/2019 22:45	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,5	0	0
23/05/2019 23:00	0,04	0,015	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	17,3	0	0
23/05/2019 23:15	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	17,2	0	0
23/05/2019 23:30	0,034	0,015	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,1	0	0
23/05/2019 23:45	0,034	0,015	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	17	0	0
24/05/2019 0:00	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	17	0	0
24/05/2019 0:15	-0,005	0,007	16,3	0,3	1	11,1	0	46	14,4	18,1	0	0
24/05/2019 0:30	0,044	0,007	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	18,1	0	0
24/05/2019 0:45	0,013	0,007	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	17,9	0	0
24/05/2019 1:00	0,014	0,02	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	17,7	0	0
24/05/2019 1:15	-0,005	0,02	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,8	0	0
24/05/2019 1:30	0,03	0,02	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,9	0	0
24/05/2019 1:45	-0,001	0,02	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 2:00	-0,001	0,002	16,7	0,3	1	11,2	0	45	14,4	17,8	0	0
24/05/2019 2:15	0,025	0,002	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 2:30	0,001	0,002	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 2:45	0,007	0,002	16,7	0,3	1	11,5	0	44	14,4	17,5	0	0
24/05/2019 3:00	0,006	0,005	16,7	0,3	1	11,6	0	44	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 3:15	0,015	0,005	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	17,5	0	0
24/05/2019 3:30	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 3:45	0,024	0,005	16,7	0,3	1	11,5	0	44	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 4:00	0,016	0,009	16,7	0,3	1	11,6	0	44	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 4:15	-0,002	0,009	16,7	0,3	1	11,5	0	45	14,4	17,5	0	0
24/05/2019 4:30	-0,005	0,009	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 4:45	0,013	0,009	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	18,2	0	0
24/05/2019 5:00	0,003	0,001	16,7	0,3	1	10,9	0	45	14,4	18,4	0	0
24/05/2019 5:15	0,025	0,001	16,7	0,3	1	10,7	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 5:30	-0,005	0,001	16,7	0,3	1	10,6	0	45	14,4	18	0	0

24/05/2019 5:45	0,005	0,001	16,7	0,3	1	10,5	0	45	14,4	17,8	0	0
24/05/2019 6:00	0,015	0,007	16,7	0,3	1	10,5	0	45	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 6:15	-0,004	0,007	16,7	0,3	1	10,4	0	45	14,4	17,6	0	0
24/05/2019 6:30	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	10,4	0	45	14,4	17,9	0	0
24/05/2019 6:45	0,006	0,007	16,7	0,3	1	10,5	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 7:00	0,015	0,007	16,7	0,3	1	10,7	0	45	14,4	17,9	0	0
24/05/2019 7:15	-0,002	0,007	16,7	0,3	1	10,8	0	45	14,4	18,1	0	0
24/05/2019 7:30	0,01	0,007	16,7	0,3	1	11	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 7:45	0,021	0,007	16,7	0,3	1	11	0	44	14,4	18	0	0
24/05/2019 8:00	-0,005	0	16,7	0,3	1	11	0	45	14,4	18	0	0
24/05/2019 8:15	-0,005	0	16,7	0,3	1	11	0	45	14,4	18,4	0	0
24/05/2019 8:30	0,004	0	16,7	0,3	1	11,5	0	44	14,4	18,4	0	0
24/05/2019 8:45	0,038	0	16,7	0,3	1	11,3	0	44	14,4	18,2	0	0
24/05/2019 9:00	0,004	0,012	16,7	0,3	1	11,1	0	43	14,4	18,1	0	0
24/05/2019 9:15	0,011	0,012	16,7	0,3	1	11	0	44	14,4	18	0	0
24/05/2019 9:30	0,018	0,012	16,7	0,3	1	11	0	45	14,4	17,8	0	0
24/05/2019 9:45	0	0,012	16,7	0,3	1	11,2	0	44	14,4	17,9	0	0
24/05/2019 10:00	0,002	0,006	16,7	0,3	1	11,4	0	41	14,4	18,6	0	0
24/05/2019 10:15	0,016	0,006	16,7	0,3	1	11,2	0	38	14,4	19,1	0	0
24/05/2019 10:30	-0,004	0,006	16,7	0,3	1	11,6	0	37	14,4	19,1	0	0
24/05/2019 10:45	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	13	0	35	14,4	19,9	0	0
24/05/2019 11:00	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	14,2	0	31	14,4	21,4	0	0
24/05/2019 12:45	0	0	10,5	0,3	1	21,2	0	32	14,4	25,1	256	1
24/05/2019 13:00	0,036	0,039	16,7	0,3	1	18,1	0	29	14,4	24,7	256	1
24/05/2019 13:15	0,037	0,039	16,7	0,3	1	18,6	0	28	14,4	24,9	256	1
24/05/2019 13:30	0,044	0,039	16,7	0,3	1	18,5	0	28	14,4	25,1	256	1
24/05/2019 13:45	0,04	0,039	16,7	0,3	1	20	0	27	14,4	26	256	1
24/05/2019 14:00	0,048	0,044	16,7	0,3	1	19,8	0	25	14,4	26,9	0	1
24/05/2019 14:15	0,056	0,044	16,7	0,3	1	18,8	0	25	14,4	26,7	0	1
24/05/2019 14:30	0,026	0,044	16,7	0,3	1	18,6	0	26	14,4	26,1	0	1

24/05/2019 14:45	0,06	0,044	16,7	0,3	1	19,5	0	25	14,4	26,4	0	1
24/05/2019 15:00	0,051	0,045	16,7	0,3	1	18,7	0	26	14,4	26,1	0	1
24/05/2019 15:15	0,048	0,045	16,7	0,3	1	21,4	0	23	14,4	27,8	0	1
24/05/2019 15:30	0,051	0,045	16,7	0,3	1	21,3	0	21	14,4	29,6	0	1
24/05/2019 15:45	0,089	0,045	16,7	0,3	1	20,4	1	21	14,4	29,7	0	1
24/05/2019 16:00	0,11	0,073	16,7	0,3	1	20,2	0	21	14,4	29,9	0	1
24/05/2019 16:15	0,024	0,073	16,7	0,3	1	21	0	21	14,4	30	0	1
24/05/2019 16:30	0,066	0,073	16,7	0,3	1	20,2	0	21	14,4	29,7	0	1
24/05/2019 16:45	0,057	0,073	16,7	0,3	1	18,8	0	22	14,4	28,6	0	1
24/05/2019 17:00	0,05	0,051	16,7	0,3	1	17,5	0	24	14,4	26,9	0	1
24/05/2019 17:15	0,031	0,051	16,7	0,3	1	16,9	0	26	14,4	25,4	0	1
24/05/2019 17:30	0,097	0,051	16,7	0,3	1	17,5	0	27	14,4	24,6	0	1
24/05/2019 17:45	0,045	0,051	16,7	0,3	1	16,4	0	28	14,4	24	0	1
24/05/2019 18:00	0,068	0,066	16,7	0,3	1	15,4	0	31	14,4	22,8	0	1
24/05/2019 18:15	0,092	0,066	16,7	0,3	1	14,8	0	33	14,4	21,7	0	1
24/05/2019 18:30	0,055	0,066	16,7	0,3	1	14,2	0	34	14,4	20,9	0	1
24/05/2019 18:45	0,073	0,066	16,7	0,3	1	13,9	0	35	14,4	20,1	0	1
24/05/2019 19:00	0,044	0,063	16,7	0,3	1	13,8	0	36	14,4	19,6	0	1
24/05/2019 19:15	0,061	0,063	16,7	0,3	1	13,3	0	38	14,4	19,1	0	1
24/05/2019 19:30	0,052	0,063	16,7	0,3	1	12,9	0	39	14,4	18,6	0	1
24/05/2019 19:45	0,027	0,063	16,7	0,3	1	12,4	0	39	14,4	18,2	0	1
24/05/2019 20:00	0,025	0,035	16,7	0,3	1	12,1	0	40	14,4	17,6	0	1
24/05/2019 20:15	0,045	0,035	16,7	0,3	1	11,9	0	41	14,4	17,3	0	1
24/05/2019 20:30	0,027	0,035	16,7	0,3	1	11,8	0	41	14,4	17,1	0	1
24/05/2019 20:45	0,053	0,035	16,7	0,3	1	11,6	0	41	14,4	16,9	0	1
24/05/2019 21:00	0,097	0,064	16,7	0,3	1	11,3	0	41	14,4	16,8	0	1
24/05/2019 21:15	0,042	0,064	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	16,6	0	1
24/05/2019 21:30	0,006	0,064	16,7	0,3	1	10,3	0	41	14,4	16,4	0	1
24/05/2019 21:45	0,019	0,064	16,7	0,3	1	9,6	0	41	14,4	16,1	0	1
24/05/2019 22:00	0,049	0,019	16,7	0,3	1	9,5	0	41	14,4	16	0	1

24/05/2019 22:15	0,039	0,019	16,7	0,3	1	9,4	0	42	14,4	15,7	0	1
24/05/2019 22:30	0,004	0,019	16,7	0,3	1	8,8	0	41	14,4	15,4	0	1
24/05/2019 22:45	0,023	0,019	16,7	0,3	1	8,5	0	41	14,4	15,2	0	1
24/05/2019 23:00	0,003	0,02	16,7	0,3	1	8,6	0	42	14,4	15,1	0	1
24/05/2019 23:15	0,03	0,02	16,7	0,3	1	8,3	0	42	14,4	14,9	0	1
24/05/2019 23:30	0,026	0,02	16,7	0,3	1	8,5	0	43	14,4	14,8	0	1
24/05/2019 23:45	-0,001	0,02	16,7	0,3	1	8,8	0	43	14,4	14,9	0	1
25/05/2019 0:00	0,009	0,018	16,7	0,3	1	9,1	0	42	14,4	15,2	0	1
25/05/2019 0:15	0,011	0,018	16,3	0,3	1	9,3	0	45	14,4	16,1	0	1
25/05/2019 0:30	0,015	0,018	16,7	0,3	1	9,4	0	45	14,4	16,1	0	1
25/05/2019 0:45	0,027	0,018	16,7	0,3	1	9,5	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 1:00	0,007	0,018	16,7	0,3	1	9,7	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 1:15	0,006	0,018	16,7	0,3	1	9,8	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 1:30	0,024	0,018	16,7	0,3	1	9,8	0	45	14,4	16,1	0	1
25/05/2019 1:45	-0,004	0,018	16,7	0,3	1	9,9	0	44	14,4	16,4	0	1
25/05/2019 2:00	0,019	0,01	16,7	0,3	1	10	0	44	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 2:15	0,018	0,01	16,7	0,3	1	9,9	0	44	14,4	16,1	0	1
25/05/2019 2:30	-0,003	0,01	16,7	0,3	1	9,9	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 2:45	0,003	0,01	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 3:00	0,026	0,006	16,7	0,3	1	10	0	44	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 3:15	0,008	0,006	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 3:30	0,015	0,006	16,7	0,3	1	9,9	0	44	14,4	16,1	0	1
25/05/2019 3:45	-0,002	0,006	16,7	0,3	1	9,1	0	44	14,4	15,8	0	1
25/05/2019 4:00	0,026	0,02	16,7	0,3	1	8,1	0	44	14,4	15,3	0	1
25/05/2019 4:15	0,008	0,02	16,7	0,3	1	7,7	0	45	14,4	14,9	0	1
25/05/2019 4:30	-0,005	0,02	16,7	0,3	1	7,9	0	45	14,4	15,5	0	1
25/05/2019 4:45	0,029	0,02	16,7	0,3	1	7,8	0	45	14,4	15,1	0	1
25/05/2019 5:00	0,033	0,007	16,7	0,3	1	8,2	0	45	14,4	15,3	0	1
25/05/2019 5:15	-0,004	0,007	16,7	0,3	1	8,5	0	45	14,4	15,6	0	1
25/05/2019 5:30	0,029	0,007	16,7	0,3	1	8,8	0	45	14,4	15,7	0	1

25/05/2019 5:45	0,027	0,007	16,7	0,3	1	9,1	0	45	14,4	15,8	0	1
25/05/2019 6:00	0,027	0,014	16,7	0,3	1	9,2	0	45	14,4	15,7	0	1
25/05/2019 6:15	-0,005	0,014	16,7	0,3	1	9,3	0	45	14,4	15,9	0	1
25/05/2019 6:30	0,043	0,014	16,7	0,3	1	9,5	0	45	14,4	15,9	0	1
25/05/2019 6:45	0,015	0,014	16,7	0,3	1	9,8	0	45	14,4	16,2	0	1
25/05/2019 7:00	0,039	0,026	16,7	0,3	1	10,1	0	45	14,4	16,3	0	1
25/05/2019 7:15	0,009	0,026	16,7	0,3	1	10,6	0	44	14,4	16,8	0	1
25/05/2019 7:30	0,02	0,026	16,7	0,3	1	11,1	0	43	14,4	17,3	0	1
25/05/2019 7:45	0,057	0,026	16,7	0,3	1	11,4	0	42	14,4	17,7	0	1
25/05/2019 8:00	0,065	0,041	16,7	0,3	1	11,6	0	40	14,4	18,1	0	1
25/05/2019 8:15	0,054	0,041	16,7	0,3	1	11,9	0	39	14,4	18,6	0	1
25/05/2019 8:30	0,008	0,041	16,7	0,3	1	12,2	0	38	14,4	19,1	0	1
25/05/2019 8:45	0,037	0,041	16,7	0,3	1	12,5	0	37	14,4	19,6	0	1
25/05/2019 9:00	0,059	0,039	16,7	0,3	1	12,9	0	36	14,4	20	0	1
25/05/2019 9:15	0,066	0,039	16,7	0,3	1	13,1	0	34	14,4	20,5	0	1
25/05/2019 9:30	0,074	0,039	16,7	0,3	1	13,5	0	33	14,4	21,2	0	1
25/05/2019 9:45	0,061	0,039	16,7	0,3	1	14,3	0	31	14,4	21,9	0	1
25/05/2019 10:00	0,036	0,06	16,7	0,3	1	15,1	0	30	14,4	22,7	0	1
25/05/2019 10:15	0,057	0,06	16,7	0,3	1	15,9	0	29	14,4	23,5	0	1
25/05/2019 10:30	0,016	0,06	16,7	0,3	1	17,8	0	25	14,4	25,5	0	1
25/05/2019 10:45	0,108	0,06	16,7	0,3	1	17,1	0	23	14,4	27	0	1
25/05/2019 11:00	0,118	0,082	16,7	0,3	1	16,8	0	23	14,4	26,8	0	1
25/05/2019 11:15	0,063	0,082	16,7	0,3	1	17,2	0	23	14,4	26,3	0	1
25/05/2019 11:30	0,046	0,082	16,7	0,3	1	17,7	0	23	14,4	26,3	0	1
25/05/2019 11:45	0,049	0,082	16,7	0,3	1	18,2	0	23	14,4	26,5	0	1
25/05/2019 12:00	0,044	0,042	16,7	0,3	1	18,4	0	22	14,4	27	0	1
25/05/2019 12:15	0,053	0,042	16,7	0,3	1	18	0	21	14,4	27,2	0	1
25/05/2019 12:30	0,056	0,042	16,7	0,3	1	18,4	0	21	14,4	27,3	0	1
25/05/2019 12:45	0,029	0,042	16,7	0,3	1	19,3	0	20	14,4	27,7	0	1
25/05/2019 13:00	0	0,08	11,6	0,3	1	19,3	0	23	14,4	27,7	256	0

25/05/2019 13:15	0,033	0,08	16,7	0,3	1	19,8	0	23	14,4	27,2	256	0
25/05/2019 13:30	0,012	0,08	16,7	0,3	1	21,3	0	21	14,4	28,2	256	0
25/05/2019 13:45	0,015	0,08	16,7	0,3	1	21,3	0	20	14,4	29,3	256	0
25/05/2019 14:00	0,017	0,01	16,7	0,3	1	21,5	0	19	14,4	30,4	0	0
25/05/2019 14:15	0,002	0,01	16,7	0,3	1	22,9	0	18	14,4	31,3	0	0
25/05/2019 14:30	0,014	0,01	16,7	0,3	1	23,5	0	18	14,4	31,9	0	0
25/05/2019 14:45	0,014	0,01	16,7	0,3	1	24,1	1	17	14,4	32,8	0	0
25/05/2019 15:00	0,028	0,018	16,7	0,3	1	24,1	1	17	14,4	33,6	0	0
25/05/2019 15:15	0,039	0,018	16,7	0,3	1	22,7	0	16	14,4	33,8	0	0
25/05/2019 15:30	0,022	0,018	16,7	0,3	1	22,5	0	17	14,4	33,2	0	0
25/05/2019 15:45	0,029	0,018	16,7	0,3	1	22	0	17	14,4	32,4	0	0
25/05/2019 16:00	0,016	0,026	16,7	0,3	1	22,4	0	17	14,4	32,3	0	0
25/05/2019 16:15	0,022	0,026	16,7	0,3	1	21,7	0	17	14,4	31,9	0	0
25/05/2019 16:30	0,017	0,026	16,7	0,3	1	20,3	0	19	14,4	30,4	0	0
25/05/2019 16:45	0,041	0,026	16,7	0,3	1	19,7	0	21	14,4	28,8	0	0
25/05/2019 17:00	0,021	0,025	16,7	0,3	1	19,1	0	23	14,4	27,5	0	0
25/05/2019 17:15	0,037	0,025	16,7	0,3	1	18	0	25	14,4	26	0	0
25/05/2019 17:30	0,015	0,025	16,7	0,3	1	17,1	0	27	14,4	24,6	0	0
25/05/2019 17:45	0,028	0,025	16,7	0,3	1	16,7	0	29	14,4	23,6	0	0
25/05/2019 18:00	0,023	0,03	16,7	0,3	1	16,3	0	30	14,4	22,8	0	0
25/05/2019 18:15	0,024	0,03	16,7	0,3	1	15,8	0	32	14,4	22,1	0	0
25/05/2019 18:30	0,01	0,03	16,7	0,3	1	15,3	0	33	14,4	21,4	0	0
25/05/2019 18:45	0,037	0,03	16,7	0,3	1	14,9	0	32	14,4	20,8	0	0
25/05/2019 19:00	0,021	0,023	16,7	0,3	1	14,6	0	33	14,4	20,4	0	0
25/05/2019 19:15	0,012	0,023	16,7	0,3	1	14,4	0	35	14,4	20	0	0
25/05/2019 19:30	0,018	0,023	16,7	0,3	1	14,3	0	35	14,4	19,8	0	0
25/05/2019 19:45	0,021	0,023	16,7	0,3	1	14,2	0	36	14,4	19,6	0	0
25/05/2019 20:00	0,026	0,009	16,7	0,3	1	14,1	0	36	14,4	19,5	0	0
25/05/2019 20:15	0,025	0,009	16,7	0,3	1	14	0	36	14,4	19,4	0	0
25/05/2019 20:30	0,019	0,009	16,7	0,3	1	14,1	0	36	14,4	19,4	0	0

25/05/2019 20:45	0,013	0,009	16,7	0,3	1	14,2	0	36	14,4	19,4	0	0
25/05/2019 21:00	0,008	0,023	16,7	0,3	1	14,1	0	36	14,4	19,4	0	0
25/05/2019 21:15	0,025	0,023	16,7	0,3	1	13,6	0	37	14,4	19,4	0	0
25/05/2019 21:30	0,002	0,023	16,7	0,3	1	12,8	0	38	14,4	19,5	0	0
25/05/2019 21:45	0,017	0,023	16,7	0,3	1	12,2	0	38	14,4	19,6	0	0
25/05/2019 22:00	0,012	0,017	16,7	0,3	1	12,1	0	39	14,4	19,7	0	0
25/05/2019 22:15	0,017	0,017	16,7	0,3	1	12	0	39	14,4	19,8	0	0
25/05/2019 22:30	-0,001	0,017	16,7	0,3	1	11,9	0	39	14,4	19,8	0	0
25/05/2019 22:45	0,013	0,017	16,7	0,3	1	11,8	0	39	14,4	19,7	0	0
25/05/2019 23:00	0,014	0,005	16,7	0,3	1	11,7	0	39	14,4	19,7	0	0
25/05/2019 23:15	0,012	0,005	16,7	0,3	1	11,7	0	39	14,4	19,7	0	0
25/05/2019 23:30	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	11,6	0	39	14,4	19,7	0	0
25/05/2019 23:45	0,008	0,005	16,7	0,3	1	11,4	0	39	14,4	19,6	0	0
26/05/2019 0:00	0,006	0	16,7	0,3	1	11,3	0	39	14,4	19,6	0	0
26/05/2019 0:15	-0,005	0	16,3	0,3	1	10,8	0	40	14,4	19,4	0	0
26/05/2019 0:30	0,017	0	16,7	0,3	1	10,8	0	40	14,4	19,2	0	0
26/05/2019 0:45	-0,001	0	16,7	0,3	1	10,7	0	40	14,4	19,1	0	0
26/05/2019 1:00	-0,005	-0,003	16,7	0,3	1	10,7	0	40	14,4	19	0	0
26/05/2019 1:15	-0,002	-0,003	16,7	0,3	1	10,7	0	40	14,4	18,9	0	0
26/05/2019 1:30	0,013	-0,003	16,7	0,3	1	10,6	0	40	14,4	18,9	0	0
26/05/2019 1:45	0,01	-0,003	16,7	0,3	1	10,6	0	41	14,4	18,9	0	0
26/05/2019 2:00	-0,001	0,003	16,7	0,3	1	10,8	0	41	14,4	18,9	0	0
26/05/2019 2:15	0	0,003	16,7	0,3	1	10,6	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 2:30	-0,003	0,003	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 2:45	0,001	0,003	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 3:00	0,01	0,006	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 3:15	-0,004	0,006	16,7	0,3	1	10,6	0	41	14,4	18,7	0	0
26/05/2019 3:30	0,004	0,006	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 3:45	0,001	0,006	16,7	0,3	1	10,8	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 4:00	0	0,001	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0

26/05/2019 4:15	0,008	0,001	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 4:30	0,004	0,001	16,7	0,3	1	10,6	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 4:45	0,007	0,001	16,7	0,3	1	10,7	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 5:00	-0,005	-0,002	16,7	0,3	1	10,6	0	41	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 5:15	0,001	-0,002	16,7	0,3	1	10,5	0	41	14,4	18,7	0	0
26/05/2019 5:30	0,005	-0,002	16,7	0,3	1	10,4	0	41	14,4	18,7	0	0
26/05/2019 5:45	0,003	-0,002	16,7	0,3	1	10,3	0	41	14,4	18,6	0	0
26/05/2019 6:00	0,012	0,01	16,7	0,3	1	10,2	0	41	14,4	18,6	0	0
26/05/2019 6:15	0,015	0,01	16,7	0,3	1	10,1	0	41	14,4	18,5	0	0
26/05/2019 6:30	-0,005	0,01	16,7	0,3	1	10,1	0	41	14,4	18,4	0	0
26/05/2019 6:45	0,009	0,01	16,7	0,3	1	10,1	0	39	14,4	18,3	0	0
26/05/2019 7:00	0,004	-0,001	16,7	0,3	1	9,9	0	39	14,4	18,3	0	0
26/05/2019 7:15	0,011	-0,001	16,7	0,3	1	10	0	39	14,4	18,4	0	0
26/05/2019 7:30	0,007	-0,001	16,7	0,3	1	10,2	0	39	14,4	18,5	0	0
26/05/2019 7:45	0,008	-0,001	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,7	0	0
26/05/2019 8:00	-0,002	0,012	16,7	0,3	1	10,7	0	38	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 8:15	0,002	0,012	16,7	0,3	1	11	0	38	14,4	18,8	0	0
26/05/2019 8:30	0,006	0,012	16,7	0,3	1	11,8	0	38	14,4	19,1	0	0
26/05/2019 8:45	0,015	0,012	16,7	0,3	1	12,3	0	37	14,4	19,5	0	0
26/05/2019 9:00	-0,005	-0,001	16,7	0,3	1	12,5	0	37	14,4	19,8	0	0
26/05/2019 9:15	-0,002	-0,001	16,7	0,3	1	12,7	0	38	14,4	20	0	0
26/05/2019 9:30	0,03	-0,001	16,7	0,3	1	12,7	0	38	14,4	19,9	0	0
26/05/2019 9:45	-0,005	-0,001	16,7	0,3	1	13,2	0	38	14,4	19,9	0	0
26/05/2019 10:00	0,007	0,006	16,7	0,3	1	13,2	0	37	14,4	20,1	0	0
26/05/2019 10:15	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	13,2	0	37	14,4	20,1	0	0
26/05/2019 10:30	0,014	0,006	16,7	0,3	1	13,4	0	37	14,4	20	0	0
26/05/2019 10:45	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	13,9	0	37	14,4	20,4	0	0
26/05/2019 11:00	0,01	0,005	16,7	0,3	1	14,2	0	37	14,4	20,7	0	0
26/05/2019 11:15	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	14,1	0	37	14,4	20,9	0	0
26/05/2019 11:30	0,015	0,005	16,7	0,3	1	14,2	0	35	14,4	21,5	0	0

26/05/2019 11:45	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	15	0	33	14,4	22,6	0	0
26/05/2019 12:00	0,005	0,002	16,7	0,3	1	15,8	0	30	14,4	23,7	0	0
26/05/2019 12:15	0,013	0,002	16,7	0,3	1	15,4	0	31	14,4	23,4	0	0
26/05/2019 12:30	-0,005	0,002	16,7	0,3	1	15,6	0	31	14,4	23,2	0	0
26/05/2019 12:45	0,009	0,002	16,7	0,3	1	15,1	0	32	14,4	22,8	0	0
26/05/2019 13:00	-0,005	-0,001	16,7	0,3	1	15,3	0	32	14,4	22,7	0	0
26/05/2019 13:15	0,033	-0,001	16,7	0,3	1	16	0	31	14,4	23	0	0