

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA LLUVIA ÁCIDA EN TRES
SECTORES (NORTE, CENTRO Y SUR) DE LA CIUDAD DE
LATACUNGA PERÍODO 2015**

**Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniera en
Medio Ambiente**

Autora: Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta

Director de Tesis: Dr. Polivio Moreno

LATACUNGA - ECUADOR
2016

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente Trabajo de Investigación: **“DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA LLUVIA ÁCIDA EN TRES SECTORES (NORTE, CENTRO Y SUR) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA PERIODO 2015”**, son de exclusiva responsabilidad de la autora.

.....
Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta

C.C. N° 050291769-3

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el Tema:

“DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA LLUVIA ÁCIDA EN TRES SECTORES (NORTE, CENTRO Y SUR) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA PERIODO 2015” de Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta, postulante de la Carrera de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la especialización de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Abril 2016

Para constancia firma:

.....

Dr. Polivio Moreno

C.C.0501047641

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATACUNGA – ECUADOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante **FERNANDA MARIBEL AIMACAÑA TOAPANTA** con el Título de Tesis “**DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA LLUVIA ÁCIDA EN TRES SECTORES (NORTE, CENTRO Y SUR) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA PERIODO 2015**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Abril 2016

Para constancia firman:

.....
Msc. Patricio Clavijo

PRESIDENTE TRIBUNAL

.....
Ing. Marco Rivera

OPOSITOR TRIBUNAL

.....
Ing. Alexandra Tapia
MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por haberme encaminado a alcanzar esta meta en mi vida profesional; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi madre Elvia, a mis abuelos Víctor y Luz María a mi esposo Andrés y a mis hijas Sol y Romí; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi director de tesis quién me ayudó en todo momento, Dr. Polivio Moreno.

Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta

DEDICATORIA

A mi madre, abuelos, esposo e
hijas y a todos los que
creyeron en mí; con mucho
amor y cariño les dedico todo
mi esfuerzo y trabajo puesto
para la realización de esta
tesis.

Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
AVAL DE TRADUCCION.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
JUSTIFICACIÓN	xx
OBJETIVOS	xxi
Objetivo General	xxi
Objetivos Específicos	xxi
CAPITULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2. Marco Teórico	3
1.2.1. Precipitaciones.....	3

1.2.1.1. Definición.....	3
1.2.1.2. Formas de Precipitación.....	3
1.2.1.3. Formación de la lluvia.....	4
1.2.1.4. Clasificación De La Lluvia	5
1.2.2. Lluvia ácida.....	5
1.2.2.1. Definición.....	5
1.2.3. Fuentes Precursoras de Lluvia Ácida.....	7
1.2.3.1. Fuentes Naturales.....	7
1.2.3.2. Fuentes Antropogénicas.....	8
1.2.3.3. Composición química de la lluvia ácida	10
1.2.3.4. Compuestos que determinan la lluvia ácida.....	11
1.2.3.5. Influencia de la meteorología.....	13
1.2.4. Impactos o Efectos de la Lluvia Acida	15
1.2.4.1. En el ecosistema.....	15
1.2.4.2. En la salud pública	16
1.2.4.3. En la infraestructura física	16
1.2.5. Medidas de mitigación para la lluvia ácida	16
1.2.5.1. Antes de la combustión.....	17
1.2.5.2. Durante la combustión.....	18
1.2.5.3. Después de la combustión.....	18
1.4. Normativa Legal.....	19
1.4.1. Constitución Política Del Ecuador.....	19
1.4.2. Tratados Internacionales	20
1.4.3. Leyes Orgánicas.....	21
1.4.4. TULSMA (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE).....	22

1.4.5. Organización Meteorológica Mundial	23
1.5. Marco Conceptual	24
CAPITULO II	27
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ...	27
2.1. Diseño Metodológico	27
2.1.1. Tipos de investigación	27
2.1.1.1. Investigación Descriptiva.....	27
2.1.1.2. Investigación Analítica.....	27
2.1.1.3. Investigación De Campo	28
2.1.1.4. Investigación Bibliográfica	28
2.2 Descripción del área de estudio	28
2.2.1 Descripción de los factores físicos del territorio a monitorear	28
2.3. Delimitación del área de estudio	29
2.4. Aspectos Metodológicos	31
2.4.1. Métodos	31
2.4.1.1. Método Inductivo	31
2.4.1.2. Método Deductivo.....	31
2.4.1.3. Método Sintético	32
2.4.1.4. Método Analítico	32
2.4.2. Técnicas	32
2.4.2.1. Observación directa.....	32
2.4.2.2. Muestreo.....	33
2.4.2.3. Análisis de documentos.....	33
2.5. Metodología.....	33
2.5.1. Determinación de los puntos de muestreo.	33
2.5.2. Monitoreo.....	34

2.5.2.1. Colocación de los envases.....	34
2.5.2.2. Recolección y almacenamiento de muestras.....	35
2.5.2.3. Rotulación de la muestra.....	36
2.5.2.4. Transporte de muestras	36
2.5.2.5. Entrega de muestras	37
2.5.2.6. Equipos y Materiales.....	38
2.6. Análisis e interpretación de resultados.....	38
2.6.1. Diagnóstico	38
2.6.1.1. Densidad Poblacional.....	38
2.6.1.2. Parque Automotor	39
2.6.1.3. Industria.....	41
2.6.1.4. Viento.....	42
2.6.2. Interpretación de resultados.....	43
2.6.2.1 Sector Norte	44
2.6.2.1.1. pH.....	44
2.6.2.1.2. Conductividad	45
2.6.2.1.3. Concentración Nitratos.....	46
2.6.2.1.4. Concentración De Sulfato	47
2.6.2.2. Sector Centro (LA ESPE)	48
2.6.2.2.1. pH.....	49
2.6.2.2.2. Conductividad	50
2.6.2.2.3. Concentración Nitrato	51
2.6.2.2.4. Concentración Sulfato.....	52
2.6.2.3. Sector Sur (EL NIAGARA).....	53
2.6.2.3.1. pH.....	53
2.6.3.1.2. Conductividad	54

2.6.3.1.3. Concentración Ion Nitrato.....	55
2.6.3.1.4. Concentración Sulfato.....	56
CAPÍTULO III.....	58
3. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	58
3.1 Propuestas para prevenir presencia de niveles altos de lluvia ácida en la ciudad de Latacunga.....	58
3.1.1. Introducción.....	58
3.1.2 Justificación.....	59
3.1.3. Objetivo General.....	59
3.1.4. Alcance de la propuesta.....	59
3.1.5. Fundamentación Legal.....	60
3.1.6. Desarrollo de las Propuestas.....	64
3.1.6.1. PROPUESTA N° 1.....	64
3.1.6.1.1. Introducción.....	64
3.1.6.1.2. Justificación.....	65
3.1.6.1.3. Objetivo.....	65
3.1.6.1.4. Procedimiento.....	66
3.1.6.1.5. Resultados Esperados.....	67
3.1.6.1.6. Presupuesto.....	67
3.1.6.2. PROPUESTA N° 2.....	68
3.1.6.2.1. Introducción.....	68
3.1.6.2.2. Justificación.....	68
3.1.6.2.3. Marco legal.....	69
3.1.6.2.4. Procedimiento.....	76
CAPITULO IV.....	83
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83

4.1. Conclusiones.....	83
4.2. Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA DE SO ₂	9
TABLA N° 2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA DE NOX.	10
TABLA N° 3. RESUMEN DE LA NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE.....	22
TABLA N° 4. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y SU USO DOMÉSTICO QUE SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN.....	23
TABLA N° 5. LÍMITES PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE AGUA LLUVIA.....	23
TABLA N° 6. PUNTOS DE MUESTREO.	34
TABLA N° 7. EMPRESAS INDUSTRIALES EN ÁREAS DE INFLUENCIA.	41
TABLA N° 8. DATOS METEOROLÓGICOS DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO 2009 - 2010	43
TABLA N° 9. RESULTADOS DE PARÁMETROS ANALIZADOS DE AGUA LLUVIA.....	43
TABLA N° 10. LÍMITES PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE AGUA LLUVIA.....	44
TABLA N° 11. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR NORTE (LA AVELINA).....	44
TABLA N° 12. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR CENTRO (LA ESPE).....	48

TABLA N° 13. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR SUR (EL NIAGARA).....	53
TABLA N° 14. LÍMITES PERMISIBLES POR EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES, TERRESTRES A GASOLINA.....	60
TABLA N° 15. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA FUENTES MÓVILES CON MOTOR DE GASOLINA A PARTIR DEL AÑO MODELO 2000 (CICLOS AMERICANOS).	61
TABLA N° 16 . LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN ANTES DE ENERO DE 2003	62
TABLA N° 17. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN A PARTIR DE ENERO DE 2003.....	62
TABLA N° 18. VALORES DE INCREMENTO DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES COMUNES, A NIVEL DEL SUELO, PARA DEFINICIÓN DE CONTAMINANTES SIGNIFICATIVOS.	63
TABLA N° 19. PRESUPUESTO PARA LA CREACIÓN DE ORDENANZAS	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1. FORMACIÓN DE ACIDEZ ATMOSFÉRICA Y LA DEPOSICIÓN	6
GRÁFICO N° 2. PROCESO DE GENERACIÓN DE LA LLUVIA ÁCIDA.....	7
GRÁFICO N° 3. ÁREA DE ESTUDIO	30
GRÁFICO N° 4. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR NORTE (LA AVELINA).....	44
GRÁFICO N° 5. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR NORTE (LA AVELINA).....	45
GRÁFICO N° 6. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE NITRATO SECTOR NORTE (LA AVELINA).	46
GRÁFICO N° 7. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE SULFATO SECTOR NORTE (LA AVELINA).....	47

GRÁFICO N° 8. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR CENTRO (LA ESPE).	49
GRÁFICO N° 9. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR CENTRO (LA ESPE).....	50
GRÁFICO N° 10. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN NITRATO SECTOR CENTRO (LA ESPE).	51
GRÁFICO N° 11. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN SULFATO SECTOR CENTRO (LA ESPE).....	52
GRÁFICO N° 12. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR SUR (EL NIAGARA).	53
GRÁFICO N° 13. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR SUR (EL NIAGARA).	54
GRÁFICO N° 14. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN NITRATO SECTOR SUR (EL NIAGARA).....	55
GRÁFICO N° 15. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN SULFATO SECTOR SUR (EL NIAGARA).	56

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 1. COLOCACIÓN DE ENVASES	35
FOTOGRAFÍA N° 2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	35
FOTOGRAFÍA N° 3. ROTULACIÓN DE MUESTRAS.	36
FOTOGRAFÍA N° 4. TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.	37
FOTOGRAFÍA N° 5. ENTREGA DE MUESTRAS.....	37
FOTOGRAFÍA N° 6. PUNTO DE MUESTREO 1.....	88
FOTOGRAFÍA N° 7. PUNTO DE MUESTREO 2.....	88
FOTOGRAFÍA N° 8. PUNTO DE MUESTREO 3.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. FOTOGRAFÍAS PUNTOS DE MUESTREO.....	88
ANEXO N° 2. INFORMES DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EMITIDAS POR EL INAMHI	89



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
LATAACUNGA – ECUADOR

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

TEMA: “DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA LLUVIA ACIDA EN TRES SECTORES (NORTE, CENTRO Y SUR) DE LA CIUDAD DE LATAACUNGA, PERIODO 2015.”

Postulante: Fernanda Maribel Aimacaña Toapanta

RESUMEN

El presente trabajo de investigación determinó la presencia de la lluvia acida en la ciudad de Lataacunga, se inició por un análisis de factores influyentes como es el sector industrial, el flujo vehicular, la dirección del viento y la densidad de la población, lo que nos permitió establecer tres puntos referenciales para el muestreo y recolección de agua lluvia; distribuyendo a la ciudad en tres sectores: norte, centro y sur. El monitoreo se realizó desde los meses de diciembre 2015 hasta enero 2016, se desarrolló dos muestreos por cada punto establecido con un total de 6 muestras, las cuales fueron recolectada a pocas horas de darse la precipitación; se siguió el protocolo de muestreo establecido por la NTE INEN 2 169:98 y posteriormente se entregaron para su análisis al laboratorio analítico LANCAS – INAMHI en donde fueron analizadas en base a métodos establecidos por el laboratorio sobre los parámetros de pH, conductividad, nitratos y sulfatos. Los resultados de los análisis determinaron un pH alcalino, una conductividad baja y presencia de nitratos, sulfatos que no sobrepasan los límites permisibles establecido por la OMM y EPA; lo cual significa que en la ciudad de Lataacunga existen niveles muy bajos de lluvia acida y por ende el impacto que existe es mínimo, razón por la cual se diseñó una propuesta para prevenir la presencia en niveles altos de lluvia ácida en la ciudad de Lataacunga.



**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES
LATAACUNGA – ECUADOR**

ENGINEERING ENVIROMENT

THEME: “DETERMINATION OF THE ACID RAIN IMPACT ON THREE SECTORS (NORTH, CENTRAL AND SOUTH) IN LATAACUNGA CITY, DURING THE PERIOD 2015.”

Autor: Aimacaña Toapanta Fernanda Maribel

ABSTRACT

This research was determined the presence of acid rain in Latacunga city, it started with a depth analysis of influent factors such as: the industrial sector, the vehicular flow, the wind addressing and population density, they permitted to establish the main three referential points in order to show and collect the raindrops dividing the city into three sections: north, downtown and south. The monitor was done during December 2015 and January 2016, developing two samples for each one were developed for each case, with a total of six samples, they were collected within few hours of precipitation; it was followed by the protocol of sampling established by the NTE INEN 2 169: 98 and then they were delivered for its analysis to the LANCAS - INAMHI analytical laboratory where they were analyzed on based to the established methods by the laboratory parameters about pH, conductivity, nitrates and sulfates. The results of analysis were determined an alkaline pH, low conductivity and the presence of nitrates, sulfates, which do not exceed permissible limits established by OMM and EPA. The analysis and interpretation of the results determined that there were low levels of acid rain in Latacunga city it means the impact is low. For this reason, it was designed a proposal to prevent the presence at high levels of acid rain in this city.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la humanidad afronta un grave problema de contaminación ambiental producto del consumo excesivo de los recursos naturales, de emisión de los contaminantes a la atmósfera y medio terrestre y, de las extensivas concentraciones industriales y urbanas. Frente a estos grandes cambios la naturaleza ha perdido lentamente la capacidad de asimilarse y regenerarse provocando un grave problema de contaminación ambiental.

La consecuencia de este problema no solo se interpretan como daños a la humanidad, sino también la formación de otros fenómenos dañinos que afectan al ambiente a escala mundial uno de ellos es la lluvia ácida, que es un tipo de lluvia que alcanza un valor de pH menor a 5.6 la misma que tiene graves efectos para los ecosistemas. Ejemplos claros de este fenómeno se han presentado en EE.UU., Canadá y Noruega, donde la lluvia ha alterado el hábitat y el equilibrio del ecosistema.

En teoría, al menos polvo y el humo pueden evitarse, pero los gases no, y pueden causar desde lluvia ácida hasta el calentamiento de la tierra (efecto invernadero), así como el incremento en los niveles del ozono y el monóxido de carbono, que son altamente tóxicos para los humanos, frente a estos cambios, la naturaleza ha perdido lentamente la capacidad de asimilarse y regenerarse provocando un grave problema de contaminación ambiental.

Actualmente, varios países del mundo están implementando sistemas de control de contaminación ambiental con el objetivo de reducir la producción de lluvia ácida. En América latina países como México, Colombia, Perú, y Chile, han realizado monitoreo de precipitación ácida para obtener resultados y aplicar planes de control de contaminación ambiental.

En nuestro país existen en las ciudades de Quito y Cuenca existen centros de monitoreo de calidad de aire que determinan la distribución espacial de los contaminantes atmosféricos.

Latacunga en la actualidad al tener un crecimiento tanto en población, industria y sobre todo en el parque automotor puede ser afectada con la presencia de este fenómeno que es la lluvia ácida por lo tanto es importante determinar la influencia de esta contaminación atmosférica.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en la ciudad de Latacunga se ha observado varios cambios con respecto al tema ambiental, provocado por el incremento del flujo vehicular y el sector industrial que emiten gases al aire principal causante de la presencia de lluvia ácida, que provoca impactos de deterioro en el medio, es importante mencionar la existencia de sectores con mucha más contaminación que otras.

Por esta razón es necesario llevar a cabo esta investigación y determinar si existe o no presencia de lluvia ácida en los diferentes sectores (norte, centro y sur) de Latacunga y si esta es la principal causante de los impactos provocados en dichos sectores (norte, centro y sur), mediante el diagnóstico de sectores más contaminados, y posteriormente el análisis de muestras recolectadas de agua lluvia en estos puntos de investigación y en base a sus resultados establecer la concentración de cada uno de los parámetros considerados para la evaluación y en base a ello realizar la determinación de impactos y posteriormente proponer medidas de prevención.

Principalmente este proyecto beneficiara en el desarrollo de proyectos posteriores encaminados a la conservación del ambiente en el cantón Latacunga.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el impacto de la lluvia ácida mediante un análisis de agua lluvia en tres sectores (norte, centro y sur) de la ciudad de Latacunga periodo 2015.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar los sectores de mayor emisión de fuentes primarias de lluvia ácida en la zona urbana de la ciudad de Latacunga.
- Analizar muestras de agua lluvia de las áreas de fuentes móviles y fijas de contaminación.
- Diseñar una propuesta para controlar y mitigar impactos de la lluvia ácida en la Ciudad de Latacunga.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes

CAUCALI, Claudia e IBARRA, Nathaly. (2008). Realizaron el Diagnóstico de lluvia ácida en el sector histórico de la Candelaria Bogotá D.C. y sus posibles efectos sobre los materiales pétreos de construcción, por medio del estudio de caso de la fachada de la Catedral Primada de Colombia; se sometió a una caracterización, compuesta por, el análisis in situ de los parámetros de pH, y el análisis en laboratorio de la acidéz total, la concentración de iones nitratos y la concentración de iones sulfatos. Obteniendo los siguientes resultados: El 74% de las lluvias registradas en la zona de estudio se catalogan como lluvias normales, mientras que el 26% presentó valores de pH inferiores a 5.6, de este último porcentaje, y de acuerdo a los valores de referencia establecidos por el IDEAM se clasifican de la siguiente manera: el 22% de los eventos ligeramente ácidos y el 4% fueron medianamente ácidos. La concentración de iones nitrato le confiere la connotación de lluvias ácidas al 56% de los eventos analizados, de los cuales el 18% se presentaron durante el día y el 38% restante se registraron durante la noche y el 60% de los eventos analizados son catalogados como lluvias ácidas de acuerdo a la concentración de iones sulfato, de los cuales el 32% de los eventos se registraron durante el día y el 28% restante se presentaron durante la noche.

AYALA, Lourdes. (2014). Desarrollo un estudio para la determinación de las concentraciones de iones presentes en el agua lluvia de la zona urbana de la ciudad de Cuenca causantes de la lluvia ácida realizada por Lourdes Elizabeth

Ayala Morales en el cual se realizó la determinación de la concentración de iones de sulfato y nitratos del agua lluvia, que se produce en la ciudad de Cuenca, el monitoreo se realizó durante los meses de junio y julio del año 2013, obteniendo 80 muestras, las mismas que fueron tomadas a pocos minutos de producida la precipitación y almacenada en recipientes esterilizados a 4°C los análisis se realizaron mediante una cromatografía de iones DIONEX ICS – 1600 con una columna AS 18/4x 250 mm. y una pre columna AG18/4x50 mm. Siguiendo el protocolo de funcionamiento y utilizando estándares de sulfato y nitrato de 1,3 y 5 partes por millón realizadas en el laboratorio, los resultados de este estudio determinaron la presencia de sulfatos y nitratos en el agua lluvia; sin embargo estos no sobrepasan los rangos que indica la organización meteorológica mundial.

SIMBAÑA, Karina. (2011). Realizó la Determinación de los niveles de pH, conductividad, sulfatos y nitratos en muestras de agua lluvia, recolectadas en sectores de alta, mediana y baja contaminación ambiental atmosférica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), fue realizado en el Centro de Servicios Ambientales y Químicos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, (CESAQ-PUCE), tiene como objetivo evaluar la presencia de lluvia ácida en tres zonas del DMQ: Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur durante los meses de mayo y junio del año 2010. Los sitios de toma de muestras fueron escogidos por tener una baja, mediana y alta contaminación atmosférica respectivamente (SO₂ y NO₂), de acuerdo a los registros de las estaciones de monitoreo de la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito (CORPAIRE), con lo cual se pretendió relacionar los niveles de contaminación atmosférica con la presencia de lluvia ácida. Para poder establecer si la lluvia en el DMQ es ácida, se realizarán los análisis de: pH, conductividad, sulfatos y nitratos. Los aniones: sulfatos y nitratos se analizaron mediante la técnica analítica de Cromatografía Iónica, técnica que fue validada mediante la aceptación de los parámetros: linealidad, límite de cuantificación, exactitud, precisión de repetitividad y reproductividad.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. *Precipitaciones.*

1.2.1.1. *Definición*

(MACKENZIE D. & STEN S., 2004). Manifiesta que: “Las precipitaciones es cualquier tipo de agua que baja desde las nubes sobre la superficie de la Tierra” (p. 87).

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua dulce en el planeta.

1.2.1.2. *Formas de Precipitación*

Según (MACKENZIE D. & STEN S., 2004) “Las formas de precipitación son:

- a. **La nieve:** es la forma más común de precipitación helada, compuesto por muchos cristales de hielo hexagonales que se han congelado juntos, debido a un descenso lento de la temperatura hasta menos de 0° C. Los cristales de hielo jamás son iguales pero presentan siempre una simetría de seis partes.
- b. **Los granizos:** es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. El granizo se produce en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua sobre enfriadas, es decir, aún líquidas pero a

temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0 °C), y ocurre tanto en verano como en invierno.

- c. **El aguanieve:** no es más una forma de precipitación consistente en nieve parcialmente derretida y mezclada con agua. Esta es debida a un aire lo suficientemente templado como para derretirlo parcialmente, pero no lo suficientemente cálido como para transformarlo en lluvia.

- d. **La lluvia:** fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. La lluvia (del lat. *pluvia*) es un fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.” (p. 92-94)

1.2.1.3. Formación de la lluvia.

(MACKENZIE D. & STEN S., 2004) .Muestran también que “La formación de la lluvia se da por:

- **Caída directa de gotas de agua:** se produce cuando las gotitas de las nubes chocan entre sí y comienzan a caer despacio a través de la nube (habitualmente son muy ligeras y permanecen en suspensión); a medida que van descendiendo se van uniendo a otras gotitas formando gotas mayores.

- **Cristales de hielo que se funden:** La existencia de corrientes ascendentes provoca la formación de cristales de hielo en la parte superior de las nubes, los cuales, al caer sirven de núcleo de condensación, a la vez que se licuan

formando de este modo las gotas de lluvia que se precipitan (fase de precipitación).” (p. 97)

1.2.1.4. Clasificación De La Lluvia

Según (MACKENZIE D. & STEN S., 2004) “La clasificación de la lluvia es la siguiente:

- **Lluvias de convección:** se produce cuando una masa de aire asciende debido a que su temperatura es mayor y, por tanto, es más ligera que el aire que la rodea. El resultado es que la masa se enfría y se origina el proceso de condensación, lo que da lugar a la lluvia por convección.
- **Lluvias orográficas o de relieve:** ocurre cuando una masa de aire caliente es forzada a subir a niveles más fríos, es decir, cuando encuentra una cadena montañosa en su camino esta se eleva a niveles más altos.
- **Lluvia frontal o ciclónica:** es un proceso similar al anterior y tiene lugar cuando una masa de aire caliente se encuentra con una gran masa de aire frío. Como las masas de aire generalmente no se mezclan, el aire caliente asciende, deslizándose por encima del frío, produciéndose el enfriamiento, condensación y precipitación Lluvias de niebla: este tipo de lluvia se produce por el enfriamiento de la niebla.”

1.2.2. Lluvia ácida

1.2.2.1. Definición

(GLYNN H. & GARY H., 1999) Muestran que:

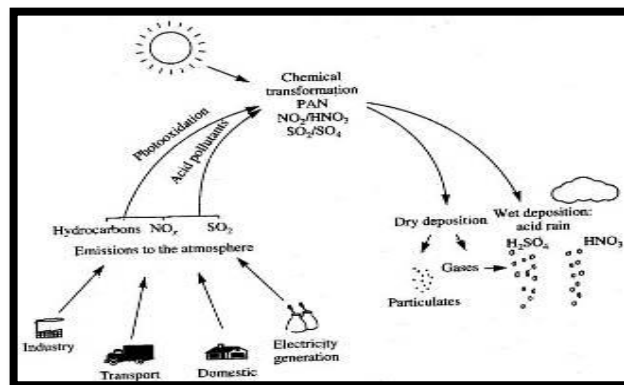
Es una problemática ambiental de frecuente incidencia en atmósferas que, por causas naturales o antropogénicas, presentan altas

concentraciones de óxidos de azufre (SO_x) y de nitrógeno (NO), que al ser oxidados, reaccionan con el agua formando ácidos fuertes, tales como, el ácido sulfúrico (H_x) que disminuye el pH en un 70% y ácido nítrico (HNO_3) que lo disminuye en un 30%. (p. 43)

(HERRERA M., 1999) Manifiesta que, “El fenómeno se identifica cuando el pH del agua lluvia es inferior a 5.6 unidades, valor que normalmente presenta la lluvia en atmósferas no contaminadas” (p. 13).

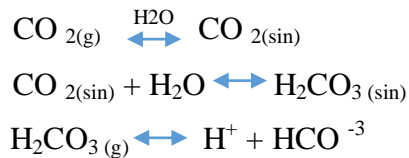
En realidad, estas partículas no tienen carácter ácido mientras están en la atmósfera, pero cuando entran en contacto con la neblina, el rocío o el agua superficial, se convierten en ácidos y tienen efectos similares a los de la precipitación húmeda.

GRÁFICO Nº 1. FORMACIÓN DE ACIDEZ ATMOSFÉRICA Y LA DEPOSICIÓN



FUENTE: MACKENZIE, Davis y MASTEN, Susan (2004)

Debido al equilibrio químico entre el CO_2 , presente en el aire y el agua, cuyo producto es el ácido carbónico, que se disocia en iones hidrógeno (H^+) y bicarbonato (HCO^-), como se indica a continuación:

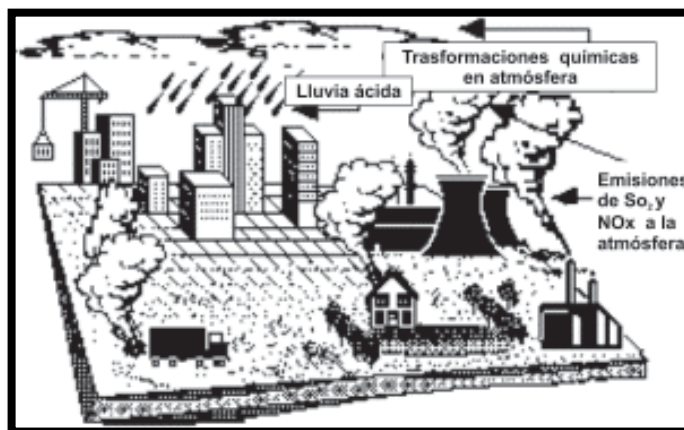


Después de que el SO_2 y los NO_x se depositan en la atmósfera se transforman en partículas de sulfato o de nitrato, y más tarde se combinan con vapor de agua en ácidos sulfúricos o nítrico diluidos. Estos ácidos retornan más tarde al suelo en forma de rocío, llovizna, niebla, cellisca, nieve y lluvia.

1.2.3. Fuentes Precursoras de Lluvia Ácida

(MANAHAN S., 2007) da a conocer que “Los óxidos de azufre y óxido de nitrógeno, principales precursores de la lluvia ácida, son emitidos a la atmósfera por fuentes naturales y antropogénicas”, como se indica a continuación: (p. 409-412)

GRÁFICO N° 2. PROCESO DE GENERACIÓN DE LA LLUVIA ÁCIDA



FUENTE: MANAHAN, Stanley E. (2007).

1.2.3.1. Fuentes Naturales.

Según (MANAHAN S., 2007) Las emisiones primarias generadas por los focos naturales provienen fundamentalmente de la actividad volcánica, los incendios forestales y la actividad microbiana; las especies de nitrógeno y azufre, específicamente, son emitidos de la siguiente manera:

a) **Especies de azufre.** Las especies de azufre emitidas por procesos naturales a la atmósfera se originan básicamente en las actividades biológicas, volcánicas y en la deposición de aerosoles en áreas marinas y litorales.

b) **Especies de nitrógeno.** Las formas de nitrógeno presentes en la lluvia, nitrato y amonio, son especies producto de la fijación del nitrógeno molecular. El nitrato (NO_3^-) es el resultado de la transformación química de óxidos de nitrógeno e indirectamente el óxido nítrico (NO).

Los procesos que determinan la generación de NO_x son: La actividad microbiana del suelo, participando a través del tratamiento y disposición de residuos, en el cual se produce óxido nitroso (N_2O) y se emite óxido nítrico (NO); descargas eléctricas; oxidación fotoquímica en la estratósfera de N_2O y NO_2 y oxidación atmosférica de amoníaco.

1.2.3.2. Fuentes Antropogénicas.

Según (MANAHAN S., 2007) “Se encuentran constituidas por las actividades y procesos desarrollados por los seres humanos, que son susceptibles de emitir contaminantes al aire. Los principales focos de emisiones primarias se pueden clasificar en:

a. **Fuentes móviles.** La contaminación de los automóviles proviene de los productos de combustión incompleta (escape), de las emisiones evaporarias y de las pérdidas durante los procesos de llenado.

Las emisiones generadas en la combustión incompleta aportan el 70% de las emisiones de un vehículo, están constituidas por: Hidrocarburos, óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2).

- b. **Fuentes fijas.** Entre las distintas fuentes de contaminación atmosférica de origen industrial, el uso de combustibles fósiles para la generación de calor y electricidad ocupa un lugar preponderante, tanto por la cantidad como por los tipos de contaminantes emitidos.

Los tipos de contaminantes generados por los focos industriales dependen del tipo del proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Entre los sectores que generan la mayor emisión de contaminantes se destacan:

- **Siderúrgica integral:** Produce gran diversidad de contaminantes y en cantidades importantes, siendo los principales: material particulado, SO_x , CO, NO_x , fluoruros y óxidos de hierro.
- **Refinería de petróleo:** Emiten principalmente SO_x , HC, CO, NO_x , amoníaco y material particulado.
- **Industria química:** Las emisiones dependen del proceso empleado, aunque, generalmente emite SO_2 , nieblas de ácido sulfúrico, nítrico y fosfórico.

En términos generales las especies de nitrógeno y azufre, son descargadas a la atmósfera por las fuentes antropogénicas de la siguiente manera:

TABLA N° 1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA DE

SO_2

Fuente de SO_2	Porcentaje
Centrales térmicas de carbón o combustibles líquidos	66
Industrias que usan combustible fósil	25
Refinerías de petróleo	6
Transporte	3

FUENTE: MANAHAN, Stanley E. (2007).

TABLA N° 2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA DE NO_x.

Fuente de NO _x	Porcentaje
Producción eléctrica	61
Otros procesos industriales	31
Transporte (combustible fósil)	6
Otras actividades residenciales	2

FUENTE: MANAHAN, Stanley E. (2007).

Otra fuente importante de NO_x es la quema de biomasa como fuente de energía o con el fin de acondicionar suelos para fines agrícolas. La quema durante la temporada seca causa la acumulación de NO_x en el aire. Los cuales son removidos en seco o por acción de las lluvias en épocas de altos niveles de pluviosidad.

Por otra parte la sociedad industrial genera otros tipos de contaminantes puede contribuir a la formación de lluvias ácidas tales como los compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos que pueden reaccionar por sí mismos o pueden combinarse.

1.2.3.3. Composición química de la lluvia ácida

(BAIRD C. & CANN M., 2014) .Mencionan que “En la atmósfera, existe gran cantidad de partículas sobre las cuales las moléculas de vapor de agua tienden a reunirse para transformarse en líquido, formando así diminutas gotas de agua” (p. 243).

Gran parte de estas partículas de condensación están formados por sustancias químicas conocidas como sulfatos y nitratos, producidos en el aire a causa de la combustión de productos ricos en azufre y de ácido nítrico que se encuentra de forma permanente en la atmósfera.

El agua lluvia normal no contiene contaminantes. Sin embargo, ésta es ligeramente ácida con un pH aproximado de 5.6.

Esto es ocasionado por el equilibrio entre el agua lluvia y tres componentes que existen de forma natural en el ambiente, que son:

- ***Dióxido de carbono (CO₂)*** del aire, el cual se disuelve en cantidad suficiente en las gotas para dar una solución diluida de ácido carbónico. Este es producido en la descomposición de la materia orgánica siendo la principal fuente de acidez en el agua de lluvia no contaminada.
- ***Óxido nítrico (NO)***, compuesto que contribuye en cierta forma a la acidez natural del agua lluvia. Este se genera durante tormentas eléctricas en donde reaccionan dos gases atmosféricos comunes, el nitrógeno y oxígeno. El NO, en el aire se oxida a dióxido de nitrógeno que a su vez reacciona con el agua para dar ácido nítrico (HNO₃). Esta formación se disocia en agua para dar como resultado iones de hidrógeno e iones nitrato.
- ***Dióxido de azufre (SO₂)***, originado en las erupciones volcánicas y en el metabolismo anaerobio.

1.2.3.4. Compuestos que determinan la lluvia ácida

Dentro de las principales sustancias involucradas en la variación de la acidez normal de la lluvia están el sulfato (SO₄)⁻² y el nitrato (NO₃)⁻¹.

a) pH

Según (BAIRD C. & CANN M., 2014) “La lluvia ácida se mide según la escala de "pH", potencial hidrógeno. Cuanto más bajo sea el pH de una sustancia, es más ácida.”

El agua pura tiene un pH de 7.0 y normalmente la lluvia tiene un pH entre 5 y 6, es decir, es ligeramente ácida, por llevar ácido carbónico que se forma cuando el dióxido de carbono del aire se disuelve en el agua que cae. En cambio, en zonas con la atmósfera contaminada por estas sustancias acidificantes, la lluvia tiene valores de pH de hasta 4 ó 3 y, en algunas zonas en que la niebla es ácida, el pH puede llegar a ser de 2 ó 3, es decir similar al del zumo de limón o al del vinagre.

La lluvia aumenta su acidez cuando los óxidos de azufre y nitrógeno intervienen en la química de la atmósfera y en su equilibrio, causando que el pH de la lluvia disminuya por debajo de 5,6 unidades de pH, mientras que la conductividad aumenta por la presencia de iones.

b) Conductividad

La Conductividad es la habilidad de una solución para conducir electricidad. Pequeñas partículas cargadas eléctricamente, llamadas iones, puede llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones provienen principalmente de los ácidos y sales de la solución de fuente. Entre más concentrado de solución de fuente sea añadido al agua, el número de iones se incrementa, junto con la conductividad.

c) Sulfato (SO₄)⁻²

El sulfato presente en el agua lluvia se forma a partir de óxidos de azufre que se producen por la combustión de compuestos que contienen azufre como carbón, fuel y gasóleos; se originan de diversas fuentes, incluyendo la quema de

combustibles que contienen azufre, la fabricación de pulpa y papel, centrales térmicas, tráfico vehicular, etc.

Las fuentes de quema de combustibles emiten SO_2 en concentraciones relativamente bajas pero en grandes volúmenes, mientras que otras fuentes emiten concentraciones más elevadas pero en volúmenes menores. Cuando se quema un combustible fósil, el azufre se combina con el oxígeno en la atmósfera para formar óxidos de azufre. Este compuesto asciende a las nubes donde reaccionan con el agua formándose ácido sulfuroso (H_2SO_3), continuando así su oxidación a trióxido de azufre (SO_3), seguido de una serie de reacciones en serie produciéndose ácido sulfúrico y continuamente a sulfatos.

d) Nitrato (NO_3)⁻¹

El nitrato presente en el agua lluvia se deriva de óxidos de nitrógeno, los mismos que se conforman por compuestos químicos gaseosos producidos por combustión a temperatura elevada como son la fijación del nitrógeno atmosférico, nitrógeno de los combustibles, fabricación y concentración de ácido nítrico, emisiones de motores de combustión interna y de diésel, producción eléctrica entre otras actividades residenciales. El NO en el aire se oxida a dióxido de nitrógeno que a su vez reacciona con el agua para dar ácido nítrico (HNO_3). Esta formación se disocia en agua para dar como resultado iones de hidrogeno e iones de nitrato.

1.2.3.5. Influencia de la meteorología.

El ciclo hidrológico es uno de los procesos que tiene mayor incidencia en la generación de lluvia ácida, debido a su interacción con los vientos y los gases procedentes de fuentes naturales y antropogénicas, los cuales participan activamente en procesos de generación, transformación y transporte de gases y partículas que posteriormente son precipitados en el medio, en forma de deposición húmeda o seca.

Los factores climáticos que influyen en mayor medida en las reacciones químicas que se presentan en la atmósfera son:

- **Radiación solar:** es la responsable de las reacciones de oxidación fotoquímica, provocadas por la absorción de fotones de radiación electromagnética del sol en la región ultravioleta del espectro por las moléculas del aire, causando la excitación de algunas especies y la consecuente formación de algunos precursores (oxidantes).
- **Temperatura:** afecta las constantes de velocidad de reacción, que fijan la solubilidad de los precursores en fase líquida y la volatilidad de las mismas gotas. Además, las variaciones bruscas de temperatura en los meses secos responsables del sobrecalentamiento diurno y el sobre enfriamiento nocturno, generan procesos de inversión térmica que provocan la acumulación de contaminantes cerca a la superficie terrestre, aumentando la probabilidad de la incidencia de lluvias con características ácidas.
- **Precipitación:** actúa como medio para las reacciones de oxidación de los óxidos de nitrógeno y azufre en medio acuoso y transporta los ácidos formados en la atmósfera a la superficie de la tierra, por medio del mecanismo de deposición húmeda.
- **Viento:** ejerce una notoria influencia en el estado dinámico del aire, lo cual permite el transporte de gases procedentes de fuentes naturales o antropogénicas de zonas de mayor contaminación a zonas de menor contaminación y viceversa, por medio de los movimientos conectivos y advectivos de las masas de aire, lo cual ocasiona que la lluvia ácida sea considerada una problemática de escala planetaria.

1.2.4. Impactos o Efectos de la Lluvia Acida

Según (GLYNN H. & GARY H., 1999) “Los efectos de la lluvia acida se pueden dar así”:

1.2.4.1. En el ecosistema

El efecto ambiental más evidente que produce la lluvia caída ha sido la pérdida de peces en ecosistemas acuáticos sensibles a la acidez. Muchas especies de peces no son capaces de sobrevivir en ambientes ácidos. La lluvia acida afecta lagos y ríos de dos formas: crónica y episódica. La acidificación crónica resulta de exposiciones prolongadas a la lluvia acida. La lluvia caída reduce la alcalinidad (capacidad buffer) e incrementa la acidez del agua. La acidificación crónica puede reducir los niveles de calcio, lo que con el tiempo, puede debilitar los peces y demás animales y plantas de los ecosistemas acuáticos. La acidificación episódica es un cambio repentino del nivel de acidez en el agua.

Por otra parte la lluvia acida puede influenciar en la vegetación de los bosques y los suelos. La acidez de la lluvia debilita las defensas naturales de los arboles (por ejemplo altera la cera de la superficie de las hojas lo cual les hace más vulnerables a enfermedades y plagas). La lluvia acida puede remover nutrientes del suelo como el calcio y el magnesio; y puede inhibir la germinación y reproducción de las plantas.

La lluvia acida incrementa la concentración de nitratos en los ecosistemas. El nitrógeno es un nutriente importante de las plantas; sin embargo la mayoría de los ecosistemas no pueden asimilar todo el nitrógeno disponible lo que produce niveles de saturación que afectan el equilibrio natural de estos ambientes. Así por ejemplo se pueden citar los procesos de eutrofización que producen el crecimiento de algas. Estas algas disminuyen la cantidad de oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos, afectando esta forma la calidad del agua y el equilibrio general de los ecosistemas.

1.2.4.2. En la salud pública

Por otra parte, no se ha demostrado que la lluvia acida tenga algún efecto sobre la salud pública. Sin embargo, algunos estudios consideran que algunas de las partículas que son formadas a partir de sulfatos y nitratos pueden afectar la respiración. En episodios críticos de contaminación como los sucedidos en Londres (1954) y Donora (1948) se evidenciaron estos problemas respiratorios en la población.

1.2.4.3. En la infraestructura física

Finalmente se ha demostrado que la deposición acida ha causado el deterioro de edificios y monumentos. Muchas de las edificaciones están construidas con materiales de construcción que contiene carbonato de calcio. El mármol es uno de estos materiales. La lluvia acida puede convertir el carbonato de calcio en sulfato de calcio. El sulfato de calcio fácilmente puede desmoronarse y ser disuelto por el agua lluvia. Los sulfatos pueden destruir también estatuas de bronce.

1.2.5. Medidas de mitigación para la lluvia ácida

Según (GLYNN H. & GARY H., 1999) “Puesto a que es indudable que se está causando un daño bastante considerable a nuestro medio, es claro que se necesita actuar para remediarlo” (p. 135-136)

Debemos estar conscientes de la complejidad del problema, con sus ramificaciones e interacciones, en el aire, suelo, agua y los sedimentos, así como sus efectos en las plantas, los animales y los microbios. Si es probable que ciertas acciones reparadoras tengan altos costos asociados con ellos es necesario tener la seguridad que estos costos se justifican y que la acción va a ser eficaz.

No puede haber soluciones rápidas. La limpieza puede tomar décadas, aun si comenzamos. Ahora en los últimos años hemos establecido los requisitos fundamentales para la acción:

- El reconocimiento de que la lluvia acida es un problema grave.
- El conocimiento de que la reducción de las emisiones es la mejor solución.

Los óxidos de azufre se producen en la quema de combustibles, en la fundición de minerales y otros procesos industriales. Las emisiones de óxido de azufre se pueden reducir si se toman las medidas siguientes antes, durante y después de la combustión.

1.2.5.1. Antes de la combustión

- Cambio de combustible: cambio de los combustibles con alto contenido de azufre y otros con menor contenido de azufre.
- Mezclado de combustibles: mezclado de combustible con contenido de azufre más alto y más bajo para producir un combustible con un contenido de azufre de nivel medio.
- Desulfuración de petróleo: eliminación del azufre durante el periodo de refinación del petróleo por hidrogenación.
- Lavado de carbón (limpieza física del carbón): trituración y eliminación de azufre y otras impurezas del carbón poniendo este en un líquido (el carbón limpio flota las impurezas se hunden).
- Limpieza química del carbón: disolución del azufre del carbono con sustancias químicas.

1.2.5.2. Durante la combustión.

- Combustión en lecho fluidizado (CLF): Mezclado de piedra caliza finamente molida con carbón y combustión en suspensión.
- Inyección de piedra caliza en quemadores de tapas múltiples (ICQM): Inyección de piedra caliza finamente molida en un quemador especial.

1.2.5.3. Después de la combustión.

- Desulfuración de gases de combustión (DGC o lavado): mezclado de un absorbente químico, con cal o piedra caliza con los gases de combustión para eliminar el óxido de azufre.

Las emisiones de dióxido de azufre de fundiciones no ferrosas se pueden reducir por diversos medios entre los que se cuentan:

- Separación de minerales: eliminación de algunos de los minerales azufrados de los minerales metálicos antes de la fundación.
- Cambio de proceso: uno de los procesos que provoca menos SO_2 o generación de corrientes residuales más fáciles de controlar.
- Fabricación de subproductos: captura del SO_2 después del proceso de fundición para producir ácido sulfúrico (que se utiliza en muchos procesos industriales o en la fabricación de fertilizantes o azufre elemental)

La organización para la cooperación y el desarrollo económico a la que pertenece casi todas las naciones occidentales industrializadas, ha llevado a cabo investigaciones extensas de las consecuencias del transporte de la lluvia acida a largas distancias; también ha examinado el detalle las tecnologías de control y los

costos asociados con su implantación. Las investigaciones dejaron en claro que las consecuencias políticas y socioeconómicas serán graves si nada se hace.

1.4. Normativa Legal

Los Organismos de Control son aquellos que están encargados de controlar y proteger a la población de la contaminación ambiental mediante la aplicación de ciertas leyes, reglamentos, normas, acuerdos ministeriales, y ordenanzas municipales. Para poder prevenir el deterioro del medio ambiente que produce ciertos factores contaminantes como el que produce el parque automotor y adoptar medidas para la disminución de este problema, debido al desarrollo y avance de la ciencia y tecnología que en este caso se está dando por la creación de vehículos que en gran parte utilizan diésel y gasolina el mismo que afecta a la salud de los seres humanos.

1.4.1. Constitución Política Del Ecuador

Sección segunda

Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

1.4.2. Tratados Internacionales

1985. Convención de Viena para la protección de la capa de Ozono. Este Convenio fue acordado en las Naciones Unidas, en marzo de 1985, luego de que concluyeran las negociaciones iniciadas cuatro años antes y tomando en cuenta el Principio 21 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1972), con la finalidad de: “adoptar medidas apropiadas...para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la Capa de Ozono”. Entró en vigor el 22 de septiembre de 1988.

1997. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El Protocolo de Kioto fue suscrito el 11 de diciembre de 1997 por los Estados Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para agregar a ella nuevas obligaciones, entre otras, la de limitar las emisiones conjuntas de seis gases de efecto invernadero en un 5,2% para el conjunto de países industrializados durante el periodo 2008-2012. Este Protocolo entró en vigor el 16 de febrero del 2005.

1.4.3. Leyes Orgánicas

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

CAPITULO II DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos.

El Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

CAPITULO

De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire

Art. 11.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio del Ministerio de Salud, 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.

**1.4.4. TULSMA (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN
SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE)**

Libro VI de la calidad ambiental, anexo 4

Límites máximos permisibles según la norma de calidad del aire ambiente

La referencia obligatoria para evaluar el estado del recurso aire constituye la norma de calidad del aire ambiente, publicada como parte constituyente del Texto Unificado de Legislación Secundaria (libro VI de la calidad ambiental, anexo 4), vigente desde marzo 2003. Un resumen de esta norma se presenta en la tabla 2-2 donde constan los contaminantes especificados como tales, los límites permitidos con los promedios de medición y los criterio de excedencia anual permitidos.

TABLA N° 3. RESUMEN DE LA NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE

CONTAMINANTE	VALOR	UNIDAD	PROMEDIO DE MEDICION	EXCEDENCIA
Dióxido de azufre (SO ₂)	80	ug/m ³	promedio aritmético anual	no se permite
	350	ug/m ³	promedio aritmética de 24 horas consecutivas	2 veces por año
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	100	ug/m ³	media aritmética anual	no se permite
	150	ug/m ³	promedio aritmética de 24 horas consecutivas	2 veces por año

FUENTE: TULSMA (2003).

Normativa referente a la calidad del agua

Por otra parte para analizar la calidad del agua lluvia debemos tener como base lo que dicta el Texto Unificado de Legislación Secundaria en su libro VI, en lo referente a límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y su uso doméstico que solo requieren desinfección. En la tabla se muestran los valores de los parámetros más importantes para este estudio.

TABLA N° 4. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y SU USO DOMÉSTICO QUE SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN.

CONTAMINANTE	VALOR	UNIDAD
Nitrato	10,0	mg/l
sulfato	250	mg/l
pH	6 a 9	pH

FUENTE: TULSMA (2003)

1.4.5. Organización Meteorológica Mundial

La OMM, recomienda los siguientes rangos de concentración de iones sulfatos y nitratos:

TABLA N° 5. LÍMITES PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE AGUA LLUVIA

PARAMETRO	TULSMA	OMM	OMS	EPA
Sulfato	-----	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	-----	-----
Nitrato	-----	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	-----	-----
Ph	-----	-----	-----	>5,6
Conductividad	-----	500 mS/cm	-----	-----

FUENTE: TULSMA, OMM, OMS y EPA (2010).

1.5. Marco Conceptual

Acidez: es la cualidad de un ácido. Pueden presentar características tales como sabor agrio, liberación de hidrogeno, o pH menor que 7 (a 25 grados C.)

Acidificación: Se refiere a la reducción del pH de algo, haciéndolo más ácido, también significa la pérdida de ANC.

Aguacero. El agua que golpea, con intensidad, y por poco rato en climas tropicales.

Capacidad para neutralizar ácidos (ANC): Es una medida de la capacidad del agua o del suelo para neutralizar ácidos añadidos. Se logra mediante la reacción de los iones hidrógeno con bases orgánicas o inorgánicas, tales como el bicarbonato (HCO_3^-) o los iones orgánicos.

Conductividad, k: es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transmitir una corriente eléctrica y es igual al recíproco de la resistividad de la solución.

Contaminación: presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico nocivos para la salud o el bienestar de la población, de la vida animal o vegetal.

Contaminantes ácidos - partículas dañinas, tales como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, las cuales se vuelven ácidas al mezclarse con el agua y el oxígeno de la atmósfera.

Contaminantes Primarios. Sustancias que son vertidas directamente a la atmósfera por las fuentes de emisión; entre los principales se encuentran: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y óxidos de azufre (SO_x).

Contaminantes Secundarios. Son los que se producen como consecuencia de las transformaciones por reacciones físicas y químicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera.

Deposición ácida – material ácido que cae de la atmósfera a la tierra en forma.

Dióxido de azufre (SO₂): Es un gas que causa la lluvia ácida. El quemado de los combustibles fósiles, entre ellos el carbón, emite SO₂ a la atmósfera.

Erosión. Consiste en la pérdida o transformación superficial de un material.

Especies de Nitrógeno. Las formas de nitrógeno presentes en la lluvia, tales como, nitrato y amonio, son producto de la fijación del nitrógeno molecular.

Especies de Azufre. Las especies de azufre que se emiten naturalmente a la atmósfera se deben principalmente a actividades biológicas, volcánicas y a la deposición de aerosoles en áreas marinas y litorales.

Fuente Fija. Es la fuente de emisión de contaminantes inmóvil ubicada en un lugar determinado.

Fuente Móvil. Es la fuente de emisión de contaminantes que se puede desplazar.

Impacto: Conjunto de consecuencias provocadas por un hecho o actuación que afecta a un entorno o ambiente social o natural

Ion: átomo o molécula que ha perdido su neutralidad por un defecto o exceso de su carga formal.

Llovizna: Cuando las gotas que caen son menudas, con un diámetro inferior al citado, y se presentan de forma pulverizada, como flotando en el aire.

Lluvia: cuando el agua que cae de la atmósfera es continua, regular y el diámetro de sus gotas es superior a 0,5 milímetros.

Lluvia Acida: se la define como la precipitación que contiene ácido sulfúrico y nítrico, procedentes de las emisiones de óxido de azufre y nitrógeno, generados en procesos de combustión, que reacciona con el agua lluvia.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Grupo de gases que producen lluvia ácida y otros problemas ambientales, tales como la niebla tóxica (smog) y la eutrofización de las aguas costeras.

pH - medio que permite medir la acidez de un objeto. Los valores de pH van del 0 al 14, siendo el cero el nivel de mayor acidez y el 14 el de menor acidez.

Patología de la construcción. Es el estudio del deterioro de las construcciones o edificios. Es la ciencia que estudia los daños que se presentan en una edificación o construcción después de su ejecución.

Precipitación: el conjunto de moléculas de agua que caen del cielo en forma de lluvia, hielo, granizo o nieve.

CAPITULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Diseño Metodológico

2.1.1. Tipos de investigación

El trabajo se enfocó en varios tipos de investigación tomando como referencia las siguientes:

2.1.1.1. Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación caracterizó las propiedades e indicadores que mediante el análisis de laboratorio determinó la presencia de lluvia ácida en el cantón Latacunga.

Determinó con claridad cada una de las características a describir sobre el objeto de estudio en este caso la lluvia acida así como también para recolectar datos estudiados e informar resultados que se logren con la investigación.

2.1.1.2. Investigación Analítica

Esta investigación estableció un análisis comparativo de los resultados obtenidos de la investigación con respecto a los parámetros permisibles que se establecen en la normativa vigente y así establecer conclusiones para la investigación dada.

La investigación analítica permitió comprobar la hipótesis a través de la interpretación y análisis de los resultados obtenidos con el muestreo desarrollado.

2.1.1.3. Investigación De Campo

Mediante este tipo de investigación se realizó una visita al lugar de estudio en donde se observó y analizó directamente la problemática planteada, permitiendo establecer los puntos de muestreo así como la misma recolección de muestras para la investigación.

2.1.1.4. Investigación Bibliográfica

A través de esta investigación se desarrolló una indagación documental que permitió entre otras cosas, apoyar la investigación que se desea realizar, tomar conocimientos de experimentos ya hechos para repetirlos cuando sea necesario.

Esta investigación permitió sustentar el marco teórico a través de citas bibliográficas y fundamento la investigación mediante normativa legal citada en libros, documentos.

2.2 Descripción del área de estudio

2.2.1 Descripción de los factores físicos del territorio a monitorear

El cantón Latacunga es una ciudad de Ecuador, capital de la provincia de Cotopaxi. Se encuentra en la Sierra centro del país, en las estribaciones de la cordillera de los Andes en Ecuador, cerca del volcán Cotopaxi en la hoya de Patate. Se encuentra a 2750 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 12 grados centígrados.

El clima varía muy húmedo temperado, a seco en diferentes épocas del año cuenta con un clima que va desde el gélido de las cumbres andinas hasta el cálido húmedo en el sub trópico occidental, por lo que cuenta con un clima templado a frío.

Alrededor de la ciudad de Latacunga se encuentran un importante número de industrias florícolas que han dinamizado su economía convirtiéndola en el motor económico y generador de divisas de la Sierra Centro, además de eso Latacunga cuenta con industria minera de caliza y cemento, industrias metalúrgicas liviana y pesada, agroindustria, industria lechera y ganadera, posee un aeropuerto internacional y en la parte urbana se están construyendo grandes mercados y centros comerciales modernos que la convertirán en el centro comercial de la nación ecuatoriana.

La Vía Panamericana continúa siendo el eje estructurador del sistema vial parroquial del cantón Latacunga y actualmente se está ejecutando la ampliación a seis carriles, a partir de este eje se derivan todas las vías interparroquiales, que se conectan entre Latacunga y las cabeceras parroquiales, teniendo como centro de origen y destino el actual Terminal Terrestre de la ciudad

2.3. Delimitación del área de estudio

El área de estudio es Latacunga que cuenta con una superficie de 138.630,60 ha la cual se dividió en tres sectores (NORTE, CENTRO Y SUR):

Coordenadas UTM (ubicación puntos de monitoreo)

- **Sector norte**

Parroquia: Tanicuchi, La Avelina, panamericana norte km 15 exactamente en propiedad del paradero El Samaritano.

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Coordenadas este: 764882

Coordenadas norte: 9911008

- **Sector centro**

Parroquia: La Matriz avenida Quijano y Ordoñez y Márquez de Maenza más conocido como LA ESPE en propiedad del Sr. Marco Jiménez.

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Coordenadas este: 765686

Coordenadas norte: 9896334

- **Sector Sur**

Parroquia: Ignacio Flores avenida Rafael Cajiao Enríquez barrio El Niágara en la propiedad de la Ladrillera del Sr. Oswaldo Romero.

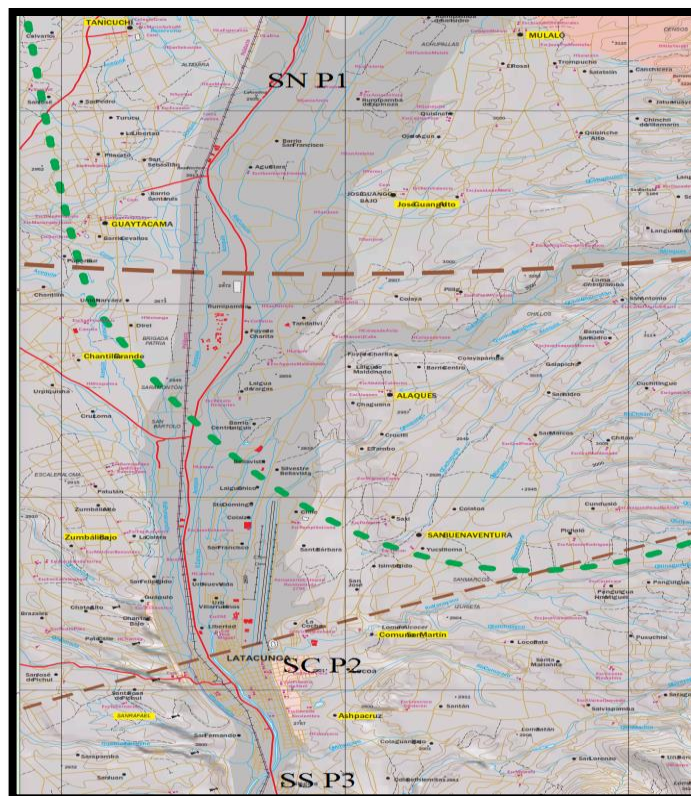
Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Coordenadas este: 765643

Coordenadas norte: 9893856

GRÁFICO N° 3. ÁREA DE ESTUDIO



FUENTE: I Cartografía Base: IGM – 20 (2015).

2.4. Aspectos Metodológicos

La realización de esta investigación fue en base a la recolección, toma de muestras, conservación, transporte y análisis de laboratorio de muestras de agua lluvia tomada en tres puntos de referencia que permitieron determinar la presencia o no de lluvia ácida.

La metodología aplicada en el estudio fue cuasi experimental ya que se basa en la comprobación de la variable a estudiar en su contexto natural en este caso las muestras recolectadas fueron analizadas en un laboratorio particular certificado y de acuerdo a resultados obtenidos comprobó la hipótesis plateada al inicio de este trabajo investigativo.

2.4.1. Métodos

2.4.1.1. Método Inductivo

Con este método se obtuvo conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general.

Este método permitió determinar conclusiones para la investigación a través del estudio que se realizó a las muestras recolectadas en el sitio de muestreo de mi investigación.

2.4.1.2. Método Deductivo

Este método ayudo a encontrar soluciones para mitigar los impactos que ocasiona la lluvia acida en base a los resultados de las muestra analizadas y de acuerdo a su respectivo análisis comparativo con respecto a normativa vigente.

2.4.1.3. Método Sintético

El método integro los componentes dispersos del objeto de estudio para estudiarlos en su totalidad.

A través de este método se pudo integrar a los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar el análisis de cada uno de ellos para después determinar los impactos en base a sus resultados.

2.4.1.4. Método Analítico

Este método es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separado cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.

El método ayudo a realizar un estudio individual de cada parámetro a tomarse en cuenta para la determinación de la lluvia acida y en base al estudio individual que se realice determinar los impactos que estos producen.

2.4.2. Técnicas

2.4.2.1. Observación directa

Esta técnica permitió obtener información directa y confiable IN SITU, para lo cual hoy están utilizándose medios audiovisuales muy completos.

A través de esta técnica se logró obtener una información real y directa del problema planteado, y permitirá realizar un estudio en el mismo sitio del problema y fundamentar la justificación para realizar el estudio además a través de esta técnica se analizó muestras reales del lugar.

2.4.2.2. Muestreo

Esta técnica ayudo a la recolección de muestras en el lugar de estudio o puntos estratégicos sin haber la necesidad de realizar el análisis en toda la población en si ya que con tres puntos de muestreo se determinó si se da el fenómeno de la lluvia acida.

2.4.2.3. Análisis de documentos

Es una técnica basada en fichas bibliográficas que tiene como propósito analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio.

Esta técnica permitió fundamentar el marco teórico para llevar acabo mi investigación e interpretar los resultados emitidos por el laboratorio donde se realizó el análisis de la muestra.

2.5. Metodología

2.5.1. Determinación de los puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo fueron determinados mediante un diagnóstico de Densidad poblacional, tráfico vehicular, influencia industrial y de la dirección del viento en la ciudad de Latacunga es decir conociendo la naturaleza del efluente contaminante la información se detalla más adelante, tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- Cuando se recoge agua lluvia para análisis químico, se debe seleccionar el sitio de muestreo, para evitar la contaminación con materia extraña, por ejemplo, polvo, fertilizantes, insecticidas, etc. Los equipos de muestreo deben ser colocados preferiblemente en un campo abierto.
- Los equipos de muestreo se colocaron en un campo abierto sin obstáculos (árboles, edificios, etc.)

TABLA N° 6. PUNTOS DE MUESTREO.

Sector	Símbolo	Ubicación
Norte	SN P1	Paradero El Samaritano Sector la Avelina Panamericana norte km 15.
Centro	SC P2	La Espe entre la calles Márquez de Maenza y Quijano y Ordoñez
Sur	SS P3	El Niagara avenida Rafael Cajiao Enríquez Ladrillera

FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda. (2015).

2.5.2. Monitoreo

2.5.2.1. Colocación de los envases

En esta etapa se instalaron los envases plásticos en este caso jarras de 4L de capacidad en cada punto de muestreo tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- Colocados a una altura de un 1,20m de la boca de la jarra hacia el suelo.
- Alejados de árboles, o de cualquier estructura física que impida la recolección de la muestra.
- Ubicados en sitios representativos y libres de obstáculos.

FOTOGRAFÍA N° 1. COLOCACIÓN DE ENVASES



FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda.(2015).

2.5.2.2. *Recolección y almacenamiento de muestras*

El muestreo se lo desarrollo durante los meses de noviembre 2015 a enero 2016 en un lapso de 15 días; las muestras fueron recolectadas a pocas horas de haberse dado la precipitación en recipientes plásticos de 500 ml totalmente estériles.

Las muestras tomadas en cada punto fueron almacenadas a 4°C hasta ser llevadas al laboratorio de análisis siguiendo las indicaciones planteadas por el laboratorio LANCAS INAMHI (Quito).

FOTOGRAFÍA N° 2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda.(2015).

2.5.2.3. Rotulación de la muestra

- La rotulación de la muestra fue completa.
- Identificar la muestra, señalar el responsable de muestreo, registrar hora y fecha, ubicación del punto.

FOTOGRAFÍA N° 3. ROTULACIÓN DE MUESTRAS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

DESARROLLO DE TESIS DE GRADO

CONTENIDO DE LA MUESTRA: AGUA LLUVIA

CODIGO DE LA MUESTRA: SNP 1 (LATACUNGA-LASSO)

RESPONSABLE DE LA MUESTRA: FERNANDA AIMACAÑA.

FECHA DE MUESTREO: HORA:

CANTIDAD: 100 ml.

FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda.(2015).

2.5.2.4. Transporte de muestras

- Las muestras se almacenaron en un cooler procurando una temperatura de 4 °C para él envió al laboratorio; las muestras fueron entregadas dentro de las primeras 24 horas después de la recolección.
- Los recipientes que contienen las muestras fueron protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.
- Durante la transportación, las muestras fueron guardadas en ambiente fresco y protegidas de la luz.

FOTOGRAFÍA N° 4. TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.



FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda.(2015).

2.5.2.5. Entrega de muestras

- Las muestras fueron transportadas de acuerdo a lo establecido a la ciudad de Quito al laboratorio LANCAS INAMHI en donde fueron receptadas para su análisis.
- Se entregó cada muestra con su respectiva rotulación y hoja de custodia llenada por el laboratorio.
- Las muestras fueron conservadas para realizarse el análisis al día siguiente.

FOTOGRAFÍA N° 5. ENTREGA DE MUESTRAS



FUENTE: AIMACAÑA, Fernanda.(2015).

2.5.2.6. Equipos y Materiales

Materiales

- Cuaderno de campo
- Esfero
- Jarra de 4 L
- Estaca de 1,50 m
- Alambre
- Envases de polietileno de 500 ml.
- Cooler
- Etiquetas
- Hielos seco

Equipos

- GPS
- pH metro
- Pluviómetro

2.6. Análisis e interpretación de resultados

2.6.1. Diagnóstico

Para desarrollar el monitoreo se ha tomado en cuenta diferentes parámetros que nos permiten justificar el muestreo en dichos puntos dentro del área de estudio.

2.6.1.1. Densidad Poblacional

El cantón Latacunga cuenta con una población de 183446 habitantes según la proyección del INEC para el año 2014, 94180 (51,33%) son mujeres y 87954

(47,94%) son hombres lo que nos da una densidad poblacional de 0.000132 hab/m² es decir a cada persona le corresponde 7557 m² de superficie.

El cantón está conformado por 5 parroquias urbanas y 10 rurales. Las parroquias urbanas son las siguientes: La Matriz, Ignacio Flores, Eloy Alfaro, Juan Montalvo, San Buenaventura y las parroquias rurales son: Aláquez, Pastocalle, Joseguango Bajo, Belisario Quevedo, Guaytacama, Poaló, Once de Noviembre, Tanicuchí, Mulaló y Toacaso

El cantón Latacunga está ubicado en el centro de la zona andina del Ecuador tiene un nivel importante de desarrollo poblacional ya que anualmente se identifica un importante crecimiento poblacional, desde el año 1990 al año 2010 con un crecimiento del 1,88% y para el año 2014 con las proyecciones que se tiene es de 1,9% es decir 183446 habitantes de la población total del cantón, entre los datos urbanos y rurales.

2.6.1.2. Parque Automotor

La concentración local de los contaminantes antes mencionados alcanza niveles considerables, particularmente en los centros urbanos, donde la circulación de vehículos es muy densa, lo cual incide en la salud de los pobladores y en los distintos componentes del ecosistema urbano, el microclima y el régimen hidrológico.

Según cuantificaciones realizadas del total de emisiones que generan hacia la atmósfera los diferentes tipos de fuentes, el responsable de la generación, en promedio del 68% (193,76 ton) es producido por el parque automotor produciendo los siguientes contaminantes:

Se señala que los aportes por contaminantes vehiculares es del 100% del monóxido de carbono (260 ton), entre el 80 y 90% (5,40ton) de los óxidos de

nitrógeno, entre 40 y 60% de los hidrocarburos (16 ton), 35% de partículas menores a 10 micras (3,20 ton) .

El centro de la ciudad de Latacunga, por sus condiciones físicas y por las actividades que se desarrollan, se constituye en un componente especial del ecosistema urbano. El alto desarrollo constructivo de la zona, tanto volumétrico como en altura, y la carencia de controles ambientales de protección han generado condiciones tales como: altas congestiones de tráfico vehicular y aumento de la contaminación al centro de la ciudad.

Según Margot Amparo Catota Marcalla y Lucía Margot Moreno Tapia de acuerdo a un estudio desarrollado en mayo 2011 y en base a encuestas desarrolladas a la ciudadanía determinaron que la contaminación ambiental producida por el parque automotor sultana del Cotopaxi y Citulasa principalmente en el sector urbano de la ciudad de Latacunga, se ha convertido en un tema preocupante debido a sus consecuencias graves, además los efectos que causan en el ser humano esto es, debido a la gran cantidad de vehículos que existen en nuestra ciudad y sus propietarios no se preocupan en buscar soluciones contra este grave problema que afecta a la sociedad, quizá por falta de información por parte de las autoridades. El parque automotor en la ciudad de Latacunga es un tema importante ya que día a día crece, debido a las necesidades que cada persona tiene, ya que está claro que no se considera un lujo sino una necesidad tener un vehículo.

Avenidas de mayor congestión vehicular determinadas por la Agencia de Transito de Latacunga.

- Amazonas
- Eloy Alfaro
- Rumiñahui
- Miguel Iturralde
- 11 de noviembre

- General Proaño
- 5 de junio
- Quijano y Ordoñez
- Márquez de Maenza
- Cotopaxi
- Juan Abel Echeverría
- 2 de mayo
- Rafael Cajiao.

2.6.1.3. Industria

En la ciudad de Latacunga la generación de contaminantes al aire es enmarcada por el sector industrial ya que están industrias como la metalúrgica, y la industria papelera consideradas de alto impacto ambiental y deben ser monitoreada con planes sistemáticos y diarios para evitar que los productos químicos utilizados en sus procesos industriales se incorporen al medio ambiente en proporciones que afecten la salud humana, la vida animal y el reino vegetal. Pero su gestión ya se ve reflejada por las exigencias impuestas por el Ministerio del Ambiente y el comprometimiento con las Licencia Ambientales obtenidas para su funcionamiento.

A continuación en la tabla N°7 se detallan las empresas existentes en la zona industrial Lasso:

TABLA N° 7. EMPRESAS INDUSTRIALES EN ÁREAS DE INFLUENCIA.

INDUSTRIAS EXISTENTES	PRODUCTOS ELABORADOS
AGLOMERADOS COTOPAXI	Tableros Aglomerados y MFD
INDULAC DE COTOPAXI	Productos Lácteos
LA NUEVA AVELINA	Productos Lácteos

PARMALAT	Productos Lácteos
FAMILIA SANCELA	Papel higiénico, servilletas y otros
PROVEFRUT	Frutas y vegetales
NOVACERO S.A.	Metalúrgica
CEDAL	Aluminio
INDUACERO	Metalúrgica
PAMBAFLOR	Florícola
AGROCOEX	Florícola
LA ESPERANZA	Florícola
FAENADORA	Faenadora de pollos
DON DIEGO	Embutidos
CASA GUILLO	Embutidos
AVICOLA	Huevos
SAFESA	Balanceados
AGROLIMACHE	Empresa Agroindustrial
PILVICSA	Pilones

FUENTE: Cámara de Industrias.(2014).

2.6.1.4. Viento

Dirección y Velocidad de Viento

Respecto a la dirección y velocidad de viento en el área de estudio, la Estación Rumipamba – Salcedo proporciona información que corresponde a los promedios mensuales de velocidad del viento (m/seg), así como a la dirección predominante para los años 2009 y 2010.

De acuerdo con la información obtenida, la época del año con mayores velocidades del viento (valores generalmente comprendidos entre 2.7 y 3.0 m/s) corresponde a los meses de julio, agosto y septiembre, coincidiendo en el mes de

agosto con la presencia de bajas precipitaciones. El resto del año los valores promedio de velocidad se mantienen entre los 2.0 m/s y 2.5 m/s.

La dirección del viento predominante es Sur y Sureste, presentándose ocasionalmente vientos provenientes del Noroeste, Norte y Oeste, aunque estas variaciones se dan en el mes de enero. Esta información se detalla en la TABLA N° 7 a continuación:

TABLA N° 8. DATOS METEOROLÓGICOS DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO 2009 - 2010

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2009	2.2	2.3	2.2	1.8	2.4	2.8	3.3	3.5	3.6	2.6	3.0	2.4
2010	2.5	2.3	2.8	2.1	2.1	2.2	2.1	2.3	2.3	2.2	1.5	1.7
MED.	2.4	2.3	2.5	2.0	2.3	2.5	2.7	2.9	3.0	2.4	2.3	2.1

FUENTE: INAMHI. (2010).

2.6.2. Interpretación de resultados

TABLA N° 9. RESULTADOS DE PARÁMETROS ANALIZADOS DE AGUA LLUVIA.

Parámetro	Límites Permisibles OMM/EPA	Sector Norte La Avelina		Sector Centro La ESPE		Sector Sur El Niagara	
		M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2
pH	>5,6	7,81	7,80	7,14	7,14	7,73	7,73
Conductividad	500 mS/cm	418,0	417,0	126,7	126,7	133,0	132,0
Nitratos	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	10,50	10,51	1,29	1,30	0,84	0,90
Sulfatos	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	64,47	64,40	15,39	15,39	6,20	6,10

FUENTE: LANCAS INAMHI. (2015).

TABLA N° 10. LÍMITES PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE AGUA LLUVIA

	TULSMA	OMM	OMS	EPA
Sulfato	-----	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	-----	-----
Nitrato	-----	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	-----	-----
pH	-----	-----	-----	>5,6
Conductividad	-----	500 mS/cm	-----	-----

FUENTE: TULSMA, OMM, OMS y EPA. (2010).

2.6.2.1 Sector Norte

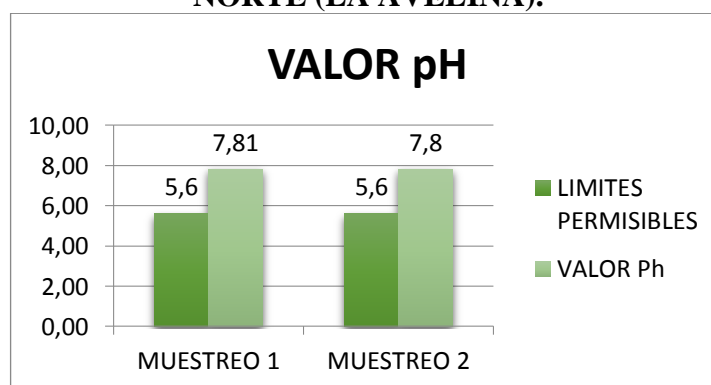
TABLA N° 11. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR NORTE (LA AVELINA).

Parámetro	Límites Permisibles OMM/EPA	M 1	M 2
pH	>5,6	7,81	7,80
Conductividad	500 mS/cm	418	417,0
Nitratos	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	10,5	10,51
Sulfatos	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	64,47	64,40

FUENTE: LANCAS-INAMHI. (2015).

2.6.2.1.1. pH.

GRÁFICO N° 4. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR NORTE (LA AVELINA).



ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Se establece que en el primer muestreo se obtuvo un valor de pH de 7,81 siendo este mayor que el segundo valor de 7,80 manteniéndose dentro del rango de permisible. En base al análisis de resultados y al límite permisible de pH establecido por la EPA se puede establecer que en este sector no hay presencia de acidez en la lluvia ya que el pH es de 7,81 siendo más bien este alcalino probablemente por la presencia de carbonatos y sulfatos que genera todo el parque industrial de Lasso y en si el parque automotor que existe al estar cercano a la panamericana norte pero hay que tomar en cuenta que la presencia de estos contaminantes es muy escaso y si varia el contenido de estos iones va a cambiar el resultado de pH y se debe continuar desarrollando un monitoreo durante todas la épocas en el año.

2.6.2.1.2. Conductividad

GRÁFICO N° 5. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR NORTE (LA AVELINA).

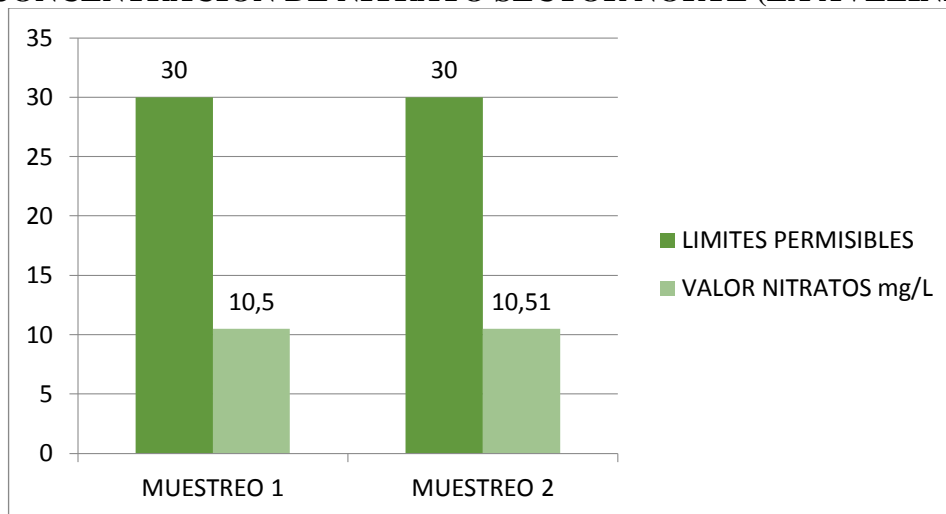


ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

De acuerdo a los resultados de laboratorio se puede establecer que en el sector norte (La Avelina) hubo presencia de mayor conductividad obteniendo un valor de 418,0 mS/cm existiendo una pequeña diferencia del 0,23 % en el segundo muestreo dando 417,0 mS/cm. Como se puede observar la conductividad más alta se dio en el primer muestreo la cual presentó un valor de 418,0 mS/cm la cual se registró con un pH de 7,81 y un volumen total de 1000 ml de muestra, por lo tanto se demuestra que una gran cantidad de iones fueron arrastrados por el agua de lluvia ya que no se había presentado evento de lluvia desde 3 de diciembre del 2015 y también los muestreos fueron realizados en el transcurso de 15 días que no existió precipitación alguna.

2.6.2.1.3. Concentración Nitratos

GRÁFICO N° 6. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE NITRATO SECTOR NORTE (LA AVELINA).

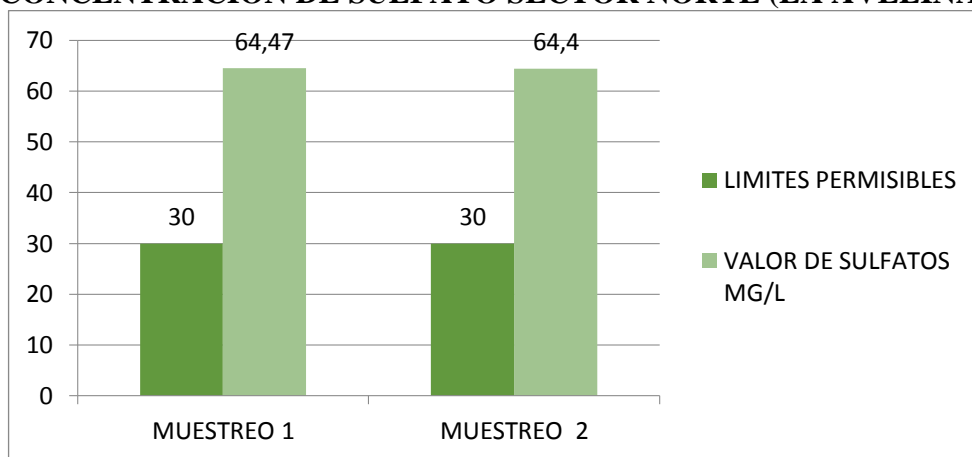


ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

En base a la tabla de resultados y el grafico en el sector norte (la Avelina) la presencia de ion nitrato en el primer muestreo fue de 10,50 mg/l y en el segundo muestreo de 10,51 mg/l existiendo presencia de nitratos en el segundo muestreo por una diferencia de 0,09%. En comparación del análisis de resultados y al rango permisible de <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM para ion nitratos se puede determinar que los valores de nitratos obtenidos en este sector están dentro del rango establecido ;aunque este punto está dentro de un área netamente industrial y de existencia de parque automotor según un estudio entre estas dos fuentes llegan a contaminar con NOx en un 37 % y al no existir en esta zona producción eléctrica que si contamina con este ion en un 63% se justifica por qué este resultado en el análisis o más bien las industrias cercanas están cumpliendo con la legislación ambiental establecida para la emisión de contaminantes a la atmosfera ; sobre todo existe influencia de la dirección del viento .

2.6.2.1.4. Concentración De Sulfato

GRÁFICO N° 7. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE SULFATO SECTOR NORTE (LA AVELINA).



ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Las concentraciones del ion sulfato en el sector norte (La Avelina) en el primer muestreo fue de 64,47mg/l siendo este mayor que el valor del segundo muestreo que fue 64,40 dándose una diferencia de 0,10%.

En base a la comparación realizada entre el valor de concentraciones de ion sulfato obtenidas en el análisis y el rango permisible <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM en este caso en el sector norte existe un nivel elevado de presencia de ion sulfato debido a la presencia del parque automotor cercano al lugar y por la cercanía a la empresa metalúrgica novacero que usa combustible fósil en su proceso productivo tomando en cuenta que la contaminación no se da en el mismo lugar donde se genera en contaminante sino que a través de viento es transportado hasta otro lugar donde se da la contaminación en este caso podía ser este sector por los datos obtenidos en el análisis.

2.6.2.2. Sector Centro (LA ESPE)

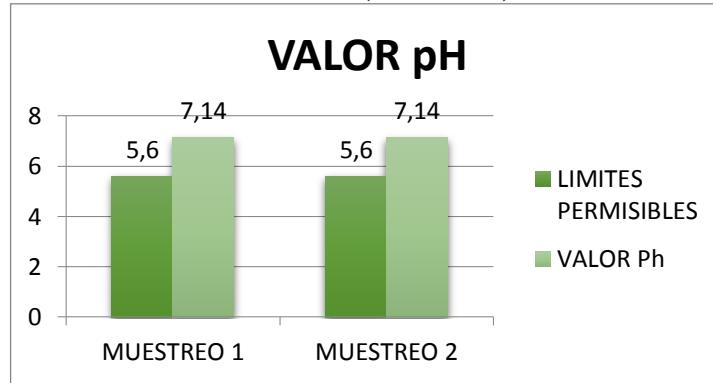
TABLA N° 12. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR CENTRO (LA ESPE).

Parámetro	Límites Permisibles OMM/EPA	M 1	M 2
pH	>5,6	7,14	7,14
Conductividad	500 mS/cm	126,7	126,7
Nitratos	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	1,29	1,30
Sulfatos	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	15,39	15,39

FUENTE: LANCAS-INAMHI. (2015).

2.6.2.2.1. pH

GRÁFICO N° 8. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR CENTRO (LA ESPE).



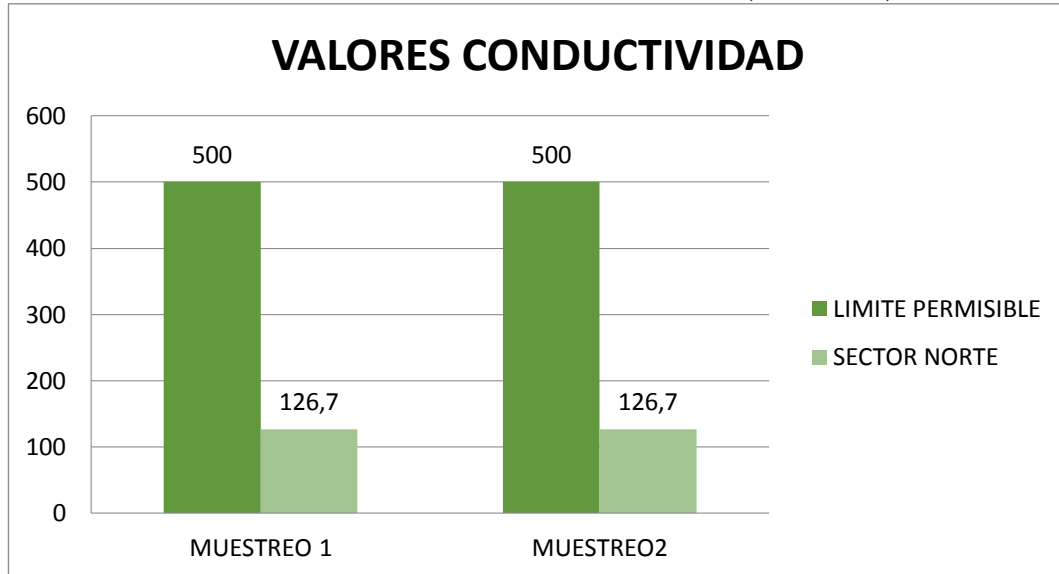
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Se establece que en el primer muestreo se obtuvo un valor de pH de 7,14 obteniendo en el segundo muestreo el mismo valor de Ph si darse ninguna diferencia pero aun así se mantiene en el rango de alcalinidad.

En base al análisis de resultados y al límite permisible de pH que es $> 5,6$ establecido por la EPA en este sector no hay presencia de agua lluvia acida ya que el pH es de 7,14 probablemente por la presencia de carbonatos y sulfatos principalmente producidos por el parque automotor ya que existe vías de alto tráfico vehicular aledañas al punto de muestreo, tomando en cuenta que si varia el contenido de estos iones va cambiara el resultado de pH por lo tanto se debería continuar desarrollando un monitoreo durante todas la épocas en el año.

2.6.2.2.2. Conductividad

GRÁFICO N° 9. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR CENTRO (LA ESPE).



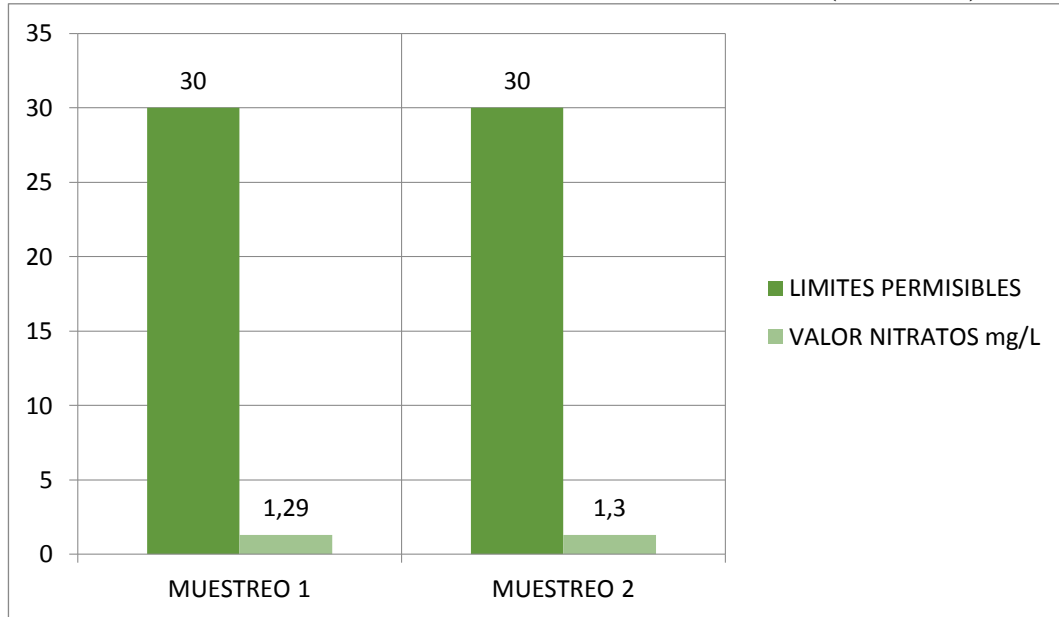
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

De acuerdo a los resultados de laboratorio se estableció que en el sector Centro (LA ESPE) se obtuvo un valor de conductividad de 126,7 mS/cm en los dos muestreos realizados en el sitio.

Como se puede observar la conductividad presentó un valor de 126,7 mS/cm la cual se registró con un pH de 7,14 y un volumen total de 1000 ml de muestra, por lo tanto se demuestra que una moderada cantidad de iones fueron arrastrados por el agua de lluvia ya que existían lloviznas continuamente y produciendo lluvia cada 15 días; pero permanece dentro del límite permisible establecido por la OMM que es de 500 mS/cm.

2.6.2.2.3. Concentración Nitrato

GRÁFICO N° 10. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN NITRATO SECTOR CENTRO (LA ESPE).



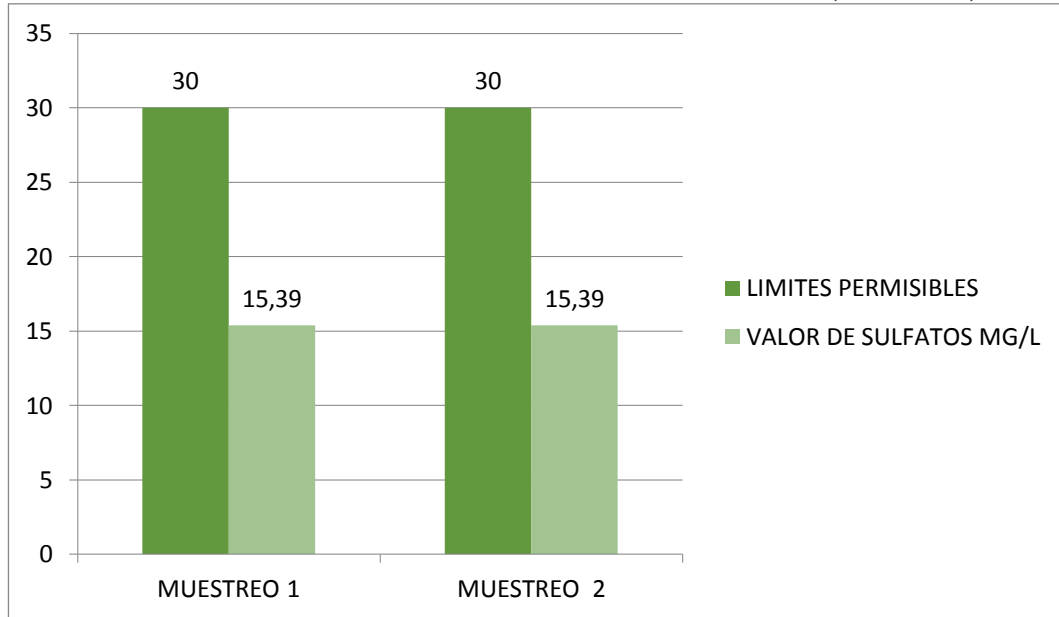
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

En el sector centro (LA ESPE) la presencia de ion nitrato en el primer muestreo fue de 1,29 mg/l y en el segundo muestreo de 1,30 mg/l existiendo presencia de nitratos en el segundo muestreo por una diferencia de 0,76%.

En comparación del análisis de resultados y al rango permisible de <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM para ion nitratos los valores de nitratos obtenidos en este sector están dentro del rango establecido ; aunque hay existencia del parque automotor pero según un estudio esta fuente puede llegar a contaminar con NOx en un 3% y al no existir en esta zona producción eléctrica y menor influencia de sector industrial que si contamina con este ion en un 97% se justifica por qué este resultado en el análisis y las industrias cercanas están cumpliendo con la legislación ambiental establecida para la emisión de contaminantes a la atmosfera y no hay que olvidar la influencia de la dirección del viento .

2.6.2.2.4. Concentración Sulfato

GRÁFICO N° 11. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN SULFATO SECTOR CENTRO (LA ESPE).



ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Las concentraciones del ion sulfato en el sector centro (LA ESPE) en el primer muestreo fue de 15,39 mg/l y siendo el mismo valor de concentración en el segundo muestreo.

La comparación realizada entre el valor de concentraciones de ion sulfato obtenidas en el análisis y el rango permisible <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM determina que en el sector centro existe un nivel moderado de presencia de ion sulfato por la presencia del parque automotor cercano al lugar y por la cercanía a la empresa sedal que usa combustible fósil en su proceso productivo tomando en cuenta que la contaminación no se da en el mismo lugar donde se genera en contaminante sino que a través de viento es transportado hasta otro lugar donde se da la contaminación en este caso podía ser este sector por los datos obtenidos en el análisis; pero aun así permanece dentro del rango permitido por la OMM.

2.6.2.3. Sector Sur (EL NIAGARA)

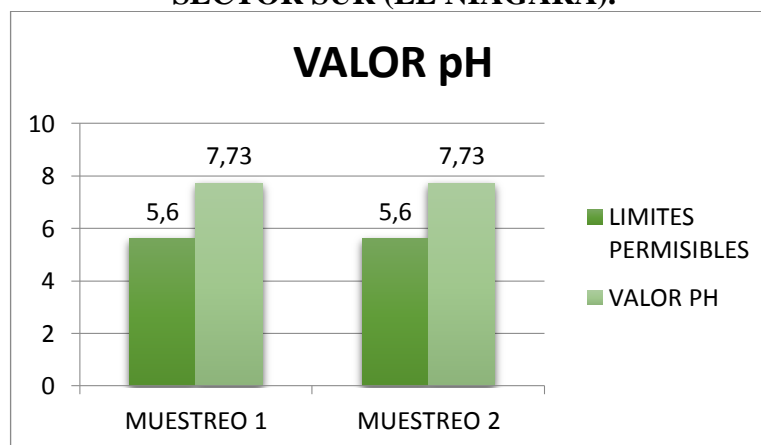
TABLA N° 13. RESULTADOS PARÁMETROS SECTOR SUR (EL NIAGARA).

Parámetro	Límites Permisibles OMM/EPA	Sector Norte	
		M 1	M 2
pH	>5,6	7,73	7,73
Conductividad	<500 mS/cm	133,0	132,0
Nitratos	<0,1 a 30 mg/l o 0.2 ppm	0,84	0,90
Sulfatos	<0,1 a 30 mg/l o 10 ppm	6,20	6,10

FUENTE: LANCAS-INAMHI. (2015).

2.6.2.3.1. pH

GRÁFICO N° 12. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE PH SECTOR SUR (EL NIAGARA).



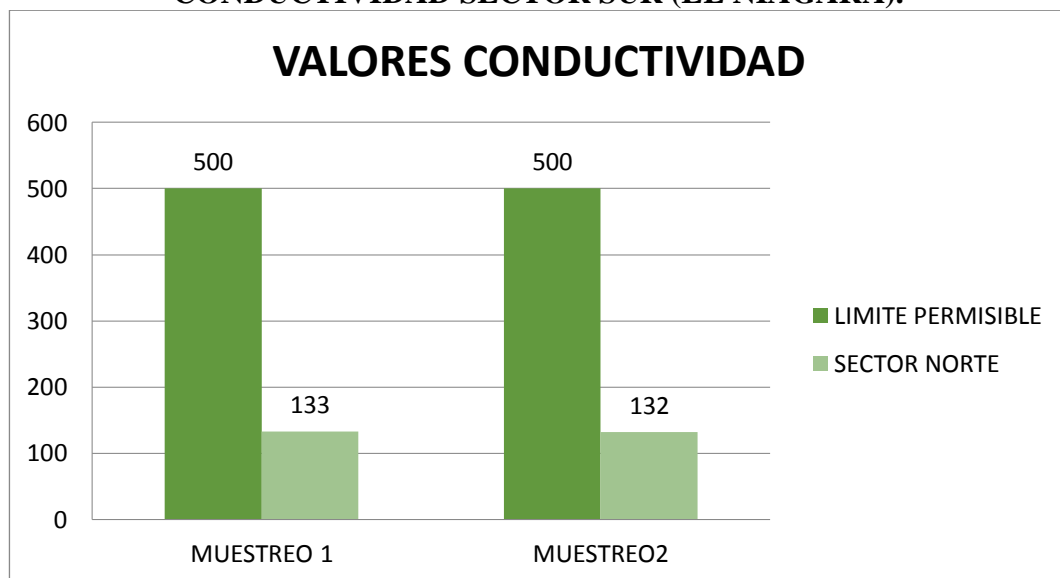
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Se puede establecer que en el primer muestreo se obtuvo un valor de pH de 7,73 obteniendo en el segundo muestreo el mismo valor de Ph sin darse ninguna diferencia pero aun así se mantiene en el rango de alcalinidad.

El análisis de resultados y el límite permisible de pH que es $> 5,6$ establecido por la EPA en el sector no hay presencia de agua lluvia acida ya que el pH es de 7,73 por la presencia de carbonatos y sulfatos principalmente producidos por el parque automotor ya que existe vías de tráfico vehicular y la Panamericana aledañas al punto de muestreo, tomando en cuenta que si varia el contenido de estos iones va a cambiar el resultado de Ph por lo tanto se debería continuar desarrollando un monitoreo durante todas la épocas en el año.

2.6.3.1.2. Conductividad

GRÁFICO N° 13. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD SECTOR SUR (EL NIAGARA).



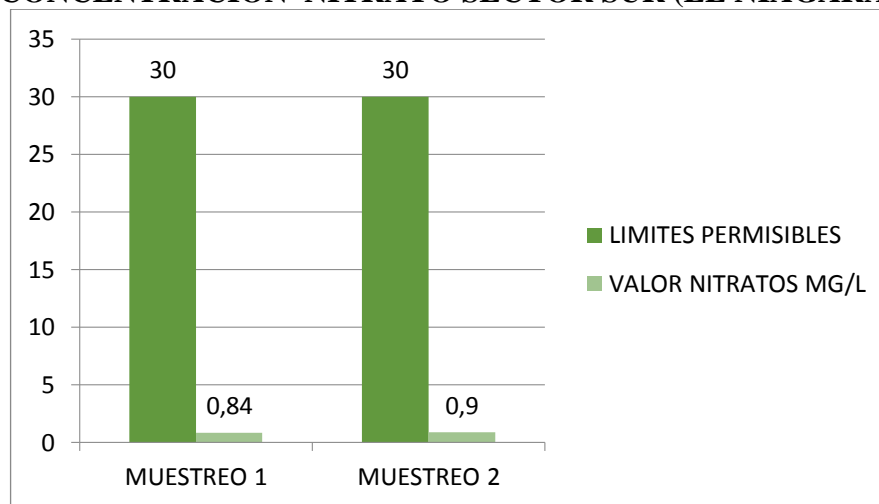
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Se establece que en el sector sur (El Niagara) se obtuvo en el primer muestreo un valor de 133,0 mS/cm y en el segundo muestreo un valor de 132,0 mS/cm con una diferencia de 0,75%.

La conductividad presentó un valor de 133,0 mS/cm la cual se registró con un pH de 7,73 y un volumen total de 1000 ml de muestra, se demuestra que una moderada cantidad de iones fueron arrastrados por el agua de lluvia ya que existían lloviznas continuamente y produciendo lluvia cada 15 días; pero permanece dentro del límite permisible establecido por la OMM que es < 500 mS/cm.

2.6.3.1.3. Concentración Ion Nitrato

GRÁFICO N° 14. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN NITRATO SECTOR SUR (EL NIAGARA).



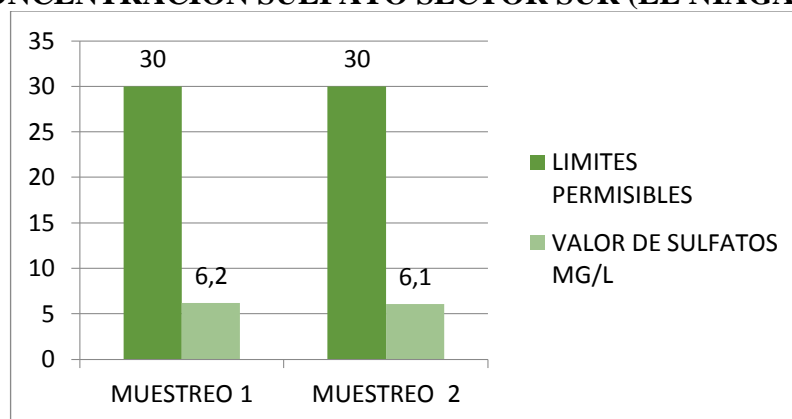
ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

En el sector sur (EL NIAGARA) la presencia de ion nitrato en el primer muestreo fue de 0,84 mg/l y en el segundo muestreo de 0,90 mg/l dándose mayor presencia de nitratos en el segundo muestreo por una diferencia del 6%.

En comparación del análisis de resultados y al rango permisible de <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM para ion nitratos se determina que los valores de nitratos obtenidos en este sector están dentro del rango establecido ;aunque en este punto hay existencia del parque automotor pero según un estudio esta fuente puede llegar a contaminar con NOx en un 3% y al no existir en esta zona producción eléctrica y menor influencia de sector industrial que si contamina con este ion en un 97% se justifica por qué este resultado en el análisis y sobre todo las industrias cercanas están cumpliendo con la legislación ambiental establecida para la emisión de contaminantes a la atmosfera y no hay que olvidar la influencia de la dirección del viento .

2.6.3.1.4. Concentración Sulfato

GRÁFICO N° 15. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN SULFATO SECTOR SUR (EL NIAGARA).



ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

Las concentraciones del ion sulfato en el sector Sur (El Niagara) en el primer muestreo fue de 6,20 mg/l y obteniendo en el segundo muestreo el valor de 6,10 mg/l. En base a la comparación entre el valor de concentraciones de ion sulfato obtenidas en el análisis y el rango permisible <0,1 a 30 mg/l establecido por la OMM, en este caso en el sector sur existe un nivel bajo de presencia de ion sulfato aunque esta la presencia del parque automotor cercano al lugar pero no hay poca influencia del sector industrial; tomando en cuenta que la contaminación, no se da

en el mismo lugar donde se genera en contaminante sino que a través de viento es transportado hasta otro lugar donde se da la contaminación en este caso podía ser este sector por los datos obtenidos en el análisis; pero aun así permanece dentro del rango permitido por la OMM.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA PROPUESTA

3.1 Propuestas para prevenir presencia de niveles altos de lluvia ácida en la ciudad de Latacunga.

3.1.1. Introducción

Los contaminantes presentes en el aire proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas como son las fuentes naturales y artificiales siendo las segundas las que causan un daño ambiental.

Las fuentes artificiales son las que contamina por la actividad humana; dividiéndose en fuentes fijas y móviles estos se relacionan por la quema de combustibles fósiles así como el notable incremento vehicular en cada uno de los sectores estratégicos, produciendo con ello altos porcentajes de agentes contaminantes emanados a través del tubo de escape por los diferentes vehículos a gasolina, la cantidad de CO emitida depende de la cantidad de energía necesaria para circular y de la eficiencia del motor, por tanto a mayor potencia, peso, consumo de combustible y emisiones de CO. Especificando que hasta la actualidad no existe ningún tipo de control ambiental respecto al tema, originando daños irremediables al ambiente urbano.

Hay que también señalar la contaminación causada por las industrias pero que poco a poco se ha ido controlando en base las normativas vigentes que se hace cumplir con intervención de la autoridad ambiental competente.

Es importante señalar que los diferentes agentes contaminantes provienen de la quema de combustible ; los cuales son transformados en diminutas partículas y que al unirse con otros gases tóxicos pueden provocar graves daños en la salud como somnolencia, dolores de cabeza, cansancio e incluso la muerte ya que disminuye la cantidad de oxígeno disponible para las células dificultando la función celular, y al medio ambiente contribuyendo a la destrucción de la capa de ozono y por ende al calentamiento global.

3.1.2 Justificación

Los temas de gestión de la calidad del aire son verdaderamente escasos dentro de la normativa legal presente en la provincia de Cotopaxi, de modo que existen falencias por parte de la ciudadanía e industrias .por lo tanto es necesario que la alcaldía en coordinación con el MAE provincial deleguen funciones de control que regulen el sistema para que se cumpla con las disposiciones legales vigentes o que se creen y apliquen para así mantener un sistema de transporte e industrial sostenible.

3.1.3. Objetivo General

Diseñar propuesta para prevenir la presencia de niveles altos de lluvia acida en la ciudad de Latacunga.

3.1.4. Alcance de la propuesta

La propuesta se basa en la creación y aplicación de una ordenanza que controle las emisiones de vehículos; y el cumplimiento a la ordenanza 54 del GAD municipal y a la normativa ambiental vigente por el sector industrial Lasso en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

3.1.5. Fundamentación Legal

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2204:2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.

6.1.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralenti y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla 14.

TABLA N° 14. LÍMITES PERMISIBLES POR EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES, TERRESTRES A GASOLINA.

AÑO MODELO	% de CO		ppm HC	
	0-1500	1500-3000	0-1500	1500-3000
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 -1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

FUENTE: NTE INEN 2204:2002

6.2.1 Toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 15.

TABLA N° 15. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA FUENTES MÓVILES CON MOTOR DE GASOLINA A PARTIR DEL AÑO MODELO 2000 (CICLOS AMERICANOS).

Categoría	Peso bruto del vehículo Kg	Peso del vehículo cargado Kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE LA PRUEBA	Evaporativas g/ensayoSHED
Vehículos Livianos			2.10	0.25	0.62	FTP-75	2
Vehículos Medianos	=<3 860	=<1 700	6.2	0.5	0.75		2
		1 700-3 860	6.2	0.5	1.1		2
Vehículos Pesados**	>3 860= <6 350		14.4	1.1	5.0	Transigente pesado	3
	>6 350		37.1	1.9	5.0		4

FUENTE: NTE INEN 2204:2002

LIBRO VI ANEXO 3 NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para emisiones de contaminantes del aire hacia la atmósfera desde fuentes fijas de combustión.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las cantidades emitidas de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión.

Valores máximos permisibles de emisión

Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión existentes, son los establecidos en la Tabla 16 de esta norma.

TABLA N° 16 . LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN ANTES DE ENERO DE 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES ^[1]
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1 100	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	700	mg/Nm ³
	Gaseoso	500	mg/Nm ³
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	1 650	mg/Nm ³
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

FUENTE: LIBRO VI ANEXO 3

Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión nuevas, son los establecidos en la Tabla 17:

TABLA N° 17. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN A PARTIR DE ENERO DE 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES ^[1]
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	150	mg/Nm ³

	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	550	mg/Nm ³
	Gaseoso	400	mg/Nm ³
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm ³
	Líquido ^[2]	1 650	mg/Nm ³
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

FUENTE: LIBRO VI ANEXO 3

Fuentes fijas de combustiones existentes, nuevas y modificadas

Toda fuente fija de combustión, que experimente una remodelación, una modificación sustancial de la misma, o un cambio total o parcial de combustible, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control este particular. Para el caso de una fuente fija significativa, se deberá comunicar además una evaluación de las emisiones esperadas una vez que el proyecto de remodelación o modificación culmine.

TABLA N° 18. VALORES DE INCREMENTO DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES COMUNES, A NIVEL DEL SUELO, PARA DEFINICIÓN DE CONTAMINANTES SIGNIFICATIVOS.

Contaminante / Período de Tiempo	Criterio de Significancia, expresado en microgramos por metro cúbico de aire
Óxidos de Nitrógeno NOx	
Anual	1,0
Dióxido de Azufre SO2	
Anual	1,0

24-Horas	5,0
3-Horas	25,0
24-Horas	5,0

FUENTE: LIBRO VI ANEXO (2003).

3.1.6. Desarrollo de las Propuestas

3.1.6.1. PROPUESTA N° 1

Creación y aplicación de una ordenanza por el GAD Municipal del Cantón Latacunga que controle emisiones vehiculares para mejoramiento de la calidad del aire en la ciudad de Latacunga.

3.1.6.1.1. Introducción

La contaminación ambiental producida por el parque automotor en el sector urbano se ha convertido en un tema preocupante debido a las consecuencias que puede llegar a causar en el ser humano esto es, debido a la gran cantidad de vehículos que existen en nuestra ciudad y sus propietarios no se preocupan en buscar soluciones contra este grave problema que afecta a la sociedad, quizá por la falta de información y estudios por parte de las autoridades que son los encargados de difundir todos los temas que afectan a la población, es decir sin poner en práctica como la ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial; donde claramente tipifica que se debe efectuar un control a través de un sistema de revisión vehicular para conocer el estado del vehículo, así también no dando cumplimiento a la constitución que también reconoce el derecho de vivir en un ambiente sano libre de cualquier enfermedad, el parque automotor en la ciudad de Latacunga es un tema importante ya que día a día crece, debido a las necesidades que cada persona tiene por ello no solo nos basamos en la presencia de sulfatos en el agua lluvia que se encontró con el desarrollo de esta tesis sino que también en base a un diagnóstico de la ciudad de Latacunga con el monitoreo de gases

contaminantes generados por el parque automotor a gasolina se realizó con el medidor de gases AVL DITEST, resultados que se comparó con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2002 y que una vez comparado los datos, se concluye que la contaminación vehicular por monóxido de carbono (CO) alcanza una estimación del 30.88% del total de la muestra, mientras que los hidrocarburos no quemados HC representan el 98.11% de contaminación, representando valores altos de los límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres a gasolina según la NTE INEN 2204:2002; por ello la creación de ordenanzas para garantizar a la ciudadanía el cumplimiento obligatorio de las mismas, consolidando con ello beneficios de mejoras ambientales en base a la protección del medio ambiente en la ciudad de Latacunga.

3.6.1.1.2. Justificación

La información de resultados de presencia de sulfatos en el agua lluvia, la falta de normativas en el GAD Municipal actual encargado de manejar la agencia de tránsito en la ciudad de Latacunga que establezcan los rangos permitidos de emisión de contaminantes al aire de vehículos en ambientes urbanos influye presencia de contaminantes en el aire.

Es por ello que la presente propuesta tiene como finalidad garantizar el cumplimiento de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y la Norma Técnica INEN 2204:2002.

3.6.1.1.3. Objetivo

Crear y aplicar una ordenanza por el GAD Municipal del Cantón Latacunga que controle emisiones vehiculares para mejoramiento de la calidad del aire en la ciudad de Latacunga.

3.6.1.1.4. Procedimiento

a) Socialización de resultados del monitoreo de agua lluvia con las autoridades del GAD Municipal.

La presentación de resultados del monitoreo realizado en la ciudad de Latacunga se realizara directamente a los funcionarios y técnicos del GAD Municipal, encargados de la ejecución de la ordenanza, bajo los siguientes parámetros:

- Que el consejo Nacional de Competencias mediante resolución 006-CNC-2012 de 26 de Abril del 2012 en su artículo 5 estableció que el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Latacunga tendrá a su cargo la Planificación, regulación y control de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial, en los términos establecidos de dicha resolución.
- Que, el artículo 14 de la Resolución del Consejo Nacional de Competencias 006-CNC-2012 de 26 de Abril del 2012 estableció que corresponden a los gobiernos autónomos descentralizados las facultades y atribuciones de rectoría local, planificación local, regulación local, control local y gestión para mejorar la movilidad en sus respectivas circunstancias territoriales. El gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Latacunga, pertenece al Modelo de Gestión “B” de conformidad con la Resolución a este modelo le corresponde las facultades comunes a todos los modelos de gestión y las facultades y atribuciones específicas del modelo indicado.

b) **Ejecución**

- Difusión de la ordenanza.
- Implementar en los centros de revisión, el control de emisiones de gases en medios de transporte terrestre.
- Controlar el funcionamiento y la aplicación de esta ordenanza bajo el cumplimiento de cada estatuto planteado.

3.6.1.1.5. Resultados Esperados

Una vez dada la creación de esta ordenanza lo que se espera es la aplicación de la misma para de esta manera garantizar el bienestar de la población en la ciudad de Latacunga controlando las emisiones de gases por el parque automotor y que con el pasar de los años no se dé presencia de sulfatos en niveles altos en el agua lluvia.

3.6.1.1.6. Presupuesto

TABLA N° 19. PRESUPUESTO PARA LA CREACIÓN DE ORDENANZAS

Actividades	Responsable	Tiempo	Costo (\$)
Socialización de resultados del monitoreo de agua lluvia.	U.T.C. - Dirección de Investigación.	1 mes	\$ 1,500
Socialización y ejecución de la nueva Ordenanza creada.	GAD Municipal	1 mes	\$ 1,500
TOTAL			\$ 3000,00

ELABORADO POR: Aimacaña, Fernanda. (2015).

3.1.6.2. PROPUESTA N° 2.

Propuesta de plan de manejo ambiental en base a la ordenanza # 54 para fuentes fijas del cantón Latacunga.

3.1.6.2.1. Introducción

En Latacunga, como en otras ciudades del país y del mundo, la población sigue en aumento, esto ha generado el crecimiento de industrias, negocios, que como consecuencia generan problemas de contaminación. En la ciudad, el crecimiento de empresas madereras, metalúrgicas, florícolas, lecheras, producción artesanal, y micro empresarial, ocasiona un problema de emisión de gases de combustión los mismos que se forman por procesos de quemado de materiales combustibles generando grandes cantidades que constituyen un factor primordial para el deterioro de la calidad del aire y el perjuicio a la salud de la población de la ciudad. Los gases que se pueden encontrar son óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, entre otros. La falta de un estudio sobre contaminación por emisiones, la no concienciación, el poco conocimiento por parte de los propietarios de fuentes fijas y el descuido de las instituciones involucradas en la publicación formal de la ordenanza para la protección de la calidad ambiental en lo relativo a fuentes fijas agudizan el problema de contaminación en la ciudad de Latacunga.

3.1.6.2.2. Justificación

No se puede impedir o paralizar el crecimiento industrial en la ciudad, el aparato productivo y artesanal, ni los procesos que rigen su desarrollo, pero lo que sí se puede hacer inmediatamente es poner en práctica la ordenanza municipal para controlar los niveles de emisiones gaseosas que impactan directamente en el deterioro de la calidad del aire. Y así iniciar con la toma de acciones de control o reducción de la contaminación por gases de combustión arrojados por fuentes fijas

y móviles, involucrando no solamente a determinados individuos e instituciones, sino a todos los sectores de la ciudad y ello permitirá producir beneficios claros y permanentes a la población, mejorando así la calidad de vida de la ciudadanía. A través de esta investigación, se busca exigir el cumplimiento de la ordenanza #54 y la norma técnica por parte de fuentes fijas en los que se encuentran la atmósfera de la ciudad de Latacunga, ello permitirá reducir el nivel de contaminación producido por gases de combustión de fuentes fijas y móviles situadas en la ciudad de Latacunga; lo que permitirá fortalecer la ordenanza municipal #54. Además el Ilustre Municipio de Latacunga por medio de la Unidad de Gestión y Control Ambiental, es el primer interesado en que se de esta propuesta sobre la contaminación del aire por emisiones gaseosas, en procura de mantener un ambiente limpio para los habitantes y aplicar la ordenanza tendiente al control inmediato de las fuentes contaminantes que existen en la ciudad.

3.1.6.2.3. Marco legal

ORDENANZA 54
ORDENANZA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE. LA
CONTAMINACIÓN POR DESECHOS INDUSTRIALES,
AGROINDUSTRIALES, DE SERVICIOS Y OTROS DE CARÁCTER
TÓXICO Y PELIGROSO GENERADOS POR FUENTES FIJAS DEL
CANTÓN LATACUNGA"
EL ILUSTRE CONCEJO MUNICIPAL DE LATACUNGA
CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política de la República, en su artículo 86, numeral 2, declara de interés público la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación ambiental;

Que, de acuerdo a la autonomía que el artículo 228 de la Carta Magna reconoce a esta Municipalidad, y al tenor de los fines, funciones y competencias que le atribuye la Ley de Régimen Municipal en sus artículos 12 [actual 11] , numeral

1°, 164 [actual 149], literales a) y j) 397 [actual 378] y 398 [actual 380], literales i) y l)3, este gobierno se halla en capacidad de expedir ordenanzas destinadas a proteger el medio físico cantonal y controlar las actividades productivas que puedan deteriorarlo;

Que, la contaminación ambiental generada por desechos no domésticos provenientes de fuentes fijas asentadas en el cantón, es un hecho que atenta contra el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado;

Que, a fin de cumplir con los propósitos del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, establecido en la Ley de Gestión Ambiental, y para respaldar su competencia en el control de problemas como el de la contaminación, el I. Municipio de Latacunga ha recibido la expresa delegación de funciones del Ministerio del Ambiente, mediante el convenio suscrito el pasado 21 de febrero del 2001, al tenor de lo previsto en los artículos 9, literal i) y 13 de la Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social;

Que, es imprescindible promover la autogestión de recursos necesarios para financiar la prestación los servicios municipales, como el de monitoreo y verificación de los niveles máximos permisibles de contaminación en este cantón, a través del establecimiento de una tasa que cumpla con los requerimientos del Título VII de la Ley de Régimen Municipal;

"ORDENANZA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS INDUSTRIALES, AGROINDUSTRIALES, DE SERVICIOS Y OTROS DE CARÁCTER TÓXICO Y PELIGROSO GENERADOS POR FUENTES FIJAS DEL CANTÓN LATACUNGA".

Art. 3.- OBJETO.- Esta norma regula los mecanismos para la protección de la calidad ambiental cantonal afectada por los desechos líquidos y emisiones a la

atmósfera de carácter no doméstico emitidos por los sujetos de control. Preserva, en particular, los elementos agua, aire, suelo y sus respectivos componentes bióticos y abióticos, en salvaguarda de la salud de la comunidad del cantón.

Art. 4.- SUJETOS DE CONTROL.- Son sujetos de control de esta ordenanza los establecimientos asentados físicamente en el cantón, se hallen o no domiciliados en el mismo, dedicados a las actividades industrial, pequeña industria, agroindustria, agrícola, florícola, de servicios, artesanal, así como en general aquellos que constituyan fuentes fijas de generación de desechos peligrosos no domésticos previstos en el "Convenio de Basilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación".

Art. 5.- NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES.- Al tenor del artículo precedente, los desechos líquidos y emisiones a la atmósfera, generados por los sujetos de control, deberán someterse a los niveles máximos permisibles establecidos por esta ordenanza y sus instructivos de aplicación y, supletoriamente, a los previstos por la Ley y reglamentos nacionales sobre la materia.

CAPÍTULO II

DEL CONTROL DE DESECHOS ORGÁNICOS Y EMISIONES

Art. 17. DE LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN.- Los sujetos de control que, una vez presentado el ITD, demostraren que la carga combinada contaminante para sus desechos líquidos orgánicos y emisiones a la atmósfera sobrepasan los niveles máximos permisibles de contaminación, no podrán obtener el permiso ambiental. En estos casos, los incumplidores estarán sujetos a los cargos por contaminación, mediante los cuales se conminará al acatamiento de dichos niveles en los plazos determinados por la autoridad o, caso contrario, al pago de los mismos.

b). PARA LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA: La carga combinada contaminante de emisiones a la atmósfera (CCE), se calculará considerando las partículas, los óxidos de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, provenientes de la combustión de los diversos combustibles, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CCE = P + CO_x + SO_x + NO_x}$$

Dónde:

CCE = Carga combinada contaminante de emisiones a la atmósfera Kg./m³

P = Carga de partículas en Kg./m³

CO_x = Carga de óxidos de carbono en Kg./m³

SO_x = Carga de óxidos de azufre en Kg./m³

NO_x = Carga de óxidos de nitrógeno en Kg./m³

Para el cálculo del valor monetario total del cargo imponible a la CCE se seguirá el mismo procedimiento establecido para la CCL.

En el caso de las emisiones a la atmósfera, se cobrará un valor monetario unitario multiplicado por la diferencia entre la carga combinada contaminante máxima permitida para emisiones a la atmósfera (CCPE) en Kg./m³, y la carga combinada contaminante de la muestra tomada en el establecimiento (CCE) en Kg./m³.

El cálculo del valor monetario será:

$$\mathbf{T2 = (CCE-CCPE) \times t}$$

Dónde:

T2 = Valor de cargo por día por emisiones a la atmósfera en USD/día

CCPE = Carga combinada contaminante máxima permitida para emisiones a la atmósfera en Kg./m³

CCE = Carga combinada contaminante de la muestra tomada en Kg./m³

t= Valor monetario por unidad de carga combinada contaminante a partir del límite máximo permisible (t = 0.05 USD) Para calcular el valor monetario total se utilizará la siguiente ecuación:

$$\mathbf{TE = T2 \times D}$$

Dónde:

TE = Valor monetario total en dólares

T2 = Valor de cargo por día para emisiones a la atmósfera en USD/día

D = Número de días de incumplimiento

En el instructivo general de aplicación de la ordenanza se establecerán las particularidades de este procedimiento para cada actividad productiva a la que se pertenezcan los sujetos de control.

Art. 20. DEL VALOR UNITARIO DE LOS CARGOS.- Tanto el valor unitario de la CCL como el de la CCE, emitidos por un sujeto de control, será equivalente a 0.05 USD como única excepción, para los artesanos legalmente calificados el valor unitario será de 0.025 USD.

TÍTULO CUARTO DE LAS INFRACCIONES Y LAS SANCIONES

CAPÍTULO PRIMERO DE LAS INFRACCIONES

Art. 23. DE LAS CLASES DE INFRACCIONES.- Son conductas infractoras de esta ordenanza, las siguientes:

De 1ra. CLASE:

- 1) No registrarse, según lo previsto en el artículo 11.
- 2) No brindar la información completa en el ITD o cuando la autoridad ambiental realice las inspecciones mencionadas en los artículos 14 y 15.
- 3) Funcionar sin haber obtenido el certificado de registro o el permiso ambiental.

DE 2da. CLASE:

1. No presentar el ITD, conforme lo dispuesto en el artículo 13.
2. No presentar el plan de cumplimiento, de acuerdo a lo establecido en el artículo 21.
3. Sobrepasar los límites máximos permisibles de contaminación para desechos orgánicos líquidos y emisiones a la atmósfera una vez transcurrido el plazo previsto en el artículo 17.

DE 3a. CLASE:

1. Sobrepasar los límites máximos permisibles de contaminación para desechos tóxicos y peligrosos, una vez ejecutado el plan de cumplimiento.
2. Sobrepasar los límites máximos permisibles de contaminación para desechos tóxicos y peligrosos, una vez que se ha obtenido el permiso ambiental sin haber tenido la necesidad de presentar y ejecutar un plan de cumplimiento.
3. Sobrepasar los límites máximos permisibles de contaminación para desechos líquidos orgánicos y emisiones a la atmósfera, una vez que se ha obtenido el permiso ambiental.
4. No ejecutar el plan de cumplimiento dentro del plazo correspondiente.
5. Obstaculizar o resistirse a la práctica de inspecciones de control, que realice la autoridad ambiental.
6. Dar información falsa en el ITD o en las inspecciones que realice la autoridad a los establecimientos, con una evidente intención fraudulenta.

CAPÍTULO SEGUNDO

DE LAS SANCIONES

Art. 25. DE LAS SANCIONES PECUNIARIAS.- Son fundamentalmente preventivas y se concretan en la imposición de multas. Para las infracciones de primera clase, la multa equivaldrá a ciento sesenta dólares (160 USD), trescientos veinte dólares (320 USD) para las de segunda y seiscientos cuarenta dólares (640 USD) para las de tercera clase. Esta regla se aplicará salvo las siguientes excepciones:

- a) Para las conductas previstas en los numerales 3 de las infracciones de segunda y tercera clase, en lugar de multas se les impondrán los montos de los cargos que correspondan, los mismos que también se utilizarán para calcular el porcentaje mencionado en el artículo 24, si se produjeren reincidencias;
- b) En el caso del numeral 1 de las infracciones de tercera clase, la multa será de mil seiscientos dólares (1.600 USD);
- c) Para los sujetos de control infractores, que sean artesanos calificados, los montos de las multas se reducirán en un setenta y cinco por ciento; y,
- d) En los casos de las infracciones de los numerales 3 de las de segunda clase, y 1), 2) y 3) de las de tercera, a los infractores les serán imputables los costos de las caracterizaciones de sus desechos.

Art. 26. DE LAS SANCIONES ADMINISTRATIVAS.- Están destinadas a suspender el riesgo o el daño que generen las conductas contaminantes reiteradas o peligrosas. Estas sanciones son: la suspensión del permiso ambiental y la clausura del establecimiento, que operan en forma indefinida hasta que se demuestre el respectivo cumplimiento. Sin perjuicio de la imposición de la multa a que haya lugar, este tipo de sanción será aplicable a los siguientes casos:

- a) Para las conductas infractoras de primera y segunda clase, reincidentes por tercera ocasión;
- b) Para las infracciones de tercera clase; y,

c) Dentro del procedimiento de juzgamiento, en razón de la circunstancia expresada en el párrafo tercero del artículo 31. En todo caso, la suspensión del permiso ambiental se complementará con la clausura del establecimiento.

3.1.6.2.4. Procedimiento

Análisis del Área y su Entorno

La provincia de Cotopaxi con su capital Latacunga y el resto de sus alrededores poseen una riqueza invaluable en recursos naturales y paisajísticos, constituyéndose uno de los principales lugares para la atracción de turistas nacionales y extranjeros los mismos que vienen a estar en contacto con la naturaleza

Recursos Importantes

El agradable paisaje, la calidad de aire, los bosques existentes, la cercanía al Parque Nacional Cotopaxi, la riqueza cultural y artesanal hacen de éste un sitio de esparcimiento y recreación por medio de caminatas, montañismo. Todo esto ocasiona que la ciudad sea uno de los puntos más visitados y de esta manera se generan fuentes económicas para los pobladores del sector.

Objetivos de la Propuesta de Plan de Manejo

- Dar a conocer a la población el plan regulador municipal
- Requisitos técnicos mínimos para el funcionamiento de fuentes fijas de combustión.
- Educación Ambiental con estudiantes de escuelas y colegios (Plan siembra un árbol por tu vida y la salud de los tuyos).
- Mantenimiento básico de las maquinarias, propuesta de capacitación básica.
- Programa de Monitoreo de Fuentes Fijas de Combustión por parte de la Unidad de Gestión Ambiental.

- **Plan Regulador Municipal**

La población desconoce la existencia de medidas para la creación e implementación de fuentes fijas de combustión, por tanto se ha contemplado algunas medidas que la Unidad de Gestión Ambiental debe poner en ejecución y se describen a continuación:

Medidas

- a. Controlar el aumento en el volumen de construcción de las fuentes fijas existentes. Esto quiere decir que los propietarios no podrán ampliar las instalaciones dentro del predio urbano.
- b. No se podrá rehacer las instalaciones existentes que han dejado de funcionar por un período de tiempo determinado por la municipalidad, ni se otorgará patente a un nuevo propietario o arrendatario.
- c. Las industrias mal ubicadas, que causen molestias o daños al vecindario, pueden ser removidas del lugar de ubicación dentro del plazo que les señale la Municipalidad que en todo caso no podrá ser inferior a un año previo informe de la Unidad de Gestión Ambiental y los departamentos que se vean involucrados en este proceso.
- d. El Plan Regulador Municipal, sugiere que se vuelva a tomar en cuenta o se abra la posibilidad para que la municipalidad respectiva reincorpore las Zonas Industriales Exclusivas, siempre que se tome en cuenta la confección de los correspondientes Estudios de Impacto Vial, Ambiental y de Riesgos.
- e. Es necesario informar a la comunidad sobre las medidas que las leyes municipales determinan sobre la ubicación y funcionamiento de fuentes fijas en la ciudad.
- f. Que la unidad de control determine un plan de ejecución con el fin de que se haga cumplir las medidas difundidas a la comunidad.

- **Requisitos técnicos mínimos para el funcionamiento de fuentes fijas de combustión**

Hay desconocimiento de los propietarios de fuentes fijas y del resto de la población en cuanto a los requisitos técnicos mínimos que deben tener las fuentes de emisiones de gases a la atmósfera. A continuación se detallan los requisitos mínimos que se considerará para instalar una fuente fija, para poder facilitar el trabajo de toma de muestras de gases:

Permiso de funcionamiento otorgado por la entidad de control.

- a. Tener dos puertos de muestreo aquellas chimeneas o conductos de diámetros menores a tres metros.
- b. Cuatro puertos para chimeneas o conductos de diámetro igual o mayor a tres metros.
- c. Los puertos de muestreo se colocarán a una distancia de al menos ocho diámetros desde la última perturbación y dos diámetros desde el inicio de la chimenea.
- d. Plataforma de trabajo
- e. Escalera de acceso a la plataforma de trabajo g. Suministro de energía cercano a los puertos de muestreo.

Medida

Los propietarios deben estar claros en cuanto a éstos requisitos técnicos, ya que por medio del cumplimiento de ellos se hará mucho más fácil el control y toma de muestras por parte de la Unidad de Gestión Ambiental del municipio.

- **Programa de Siembra de Árboles y Plantas Nativas La ciudad y sus alrededores**

Es un lugar de atractivos turísticos los mismos que permiten realizar salidas a la montaña, camping, etc. Y en muchas ocasiones se prenden fogatas las mismas que sin los respectivos cuidados ocasionan incendios que deterioran en gran manera los pulmones de oxigenación de la ciudad tardándose mucho tiempo en regenerarse de manera natural.

Medidas

- a. Restituir la vegetación de los principales pulmones de oxigenación de la ciudad.
- b. Concienciar a los estudiantes la importancia de conservar esta vegetación
- c. Fomentar en la población la recuperación de parques y avenidas con la siembra de plantas que tengan gran cantidad de follaje.
- d. Dar la posibilidad que se creen clubes ecológicos en las instituciones educativas y también fuera de ellas las mismas que puedan tener la oportunidad de crear pequeños invernaderos donde puedan tener variedad de planta e incluso venderlas y obtener fondos económicos.
- e. La concienciación de la población es sumamente importante para que todas las acciones positivas de conservación de los recursos tengan el impacto positivo que se necesita, todos queremos tener un mejor estilo de vida pero el deteriorar los recursos tanto aire, suelo como agua lo único que generan es una mala calidad de vida.
- f. Hay que considerar que las plantas son solamente transformadores de CO₂ y no de ningún otro tipo de contaminante.

- **Fomentar talleres de Educación Ambiental**

Muy poco impulso se da la educación ambiental y los grandes beneficios que puede traer a la población que se dedica a esta actividad, aún se puede creer que los recursos que se disponen son inagotables e indestructibles, por eso se los

malgasta y deteriora como si nunca se fueran a acabar. Se han tomado algunos puntos importantes a tratar en los talleres de educación ambiental a continuación:

Medidas

- a. Efectos causados por la tala y quema de los bosques
- b. Manejo de desechos orgánicos para la elaboración de abono natural
- c. El turístico como fuente económica en la zona.
- d. Participación con dirigentes barriales para que por medio de ellos se fomenten la creación de áreas verdes de distracción.
- e. Es importante que la entidad que representa al municipio de Ibarra mantenga una buena relación con las instituciones facilitando capacitadores para que los talleres puedan dar frutos a corto plazo, y los pobladores puedan darle a los recursos la importancia que se merecen y además sirvan como fuentes de ingresos.
- f. Parte importante es también el conocimiento de la ordenanza municipal, en lo correspondiente a las emisiones de gases a la atmósfera la misma que debe ser promulgada a las personas directamente involucradas, a los estudiantes en estos talleres y la población en general. Mirar (Anexo 4 Ordenanza para la Protección Ambiental).

- **Control y Mantenimiento de Equipos**

Las fuentes fijas aceptadas por la entidad Ambiental de Control demostrarán cumplimiento con la normativa mediante los siguientes métodos:

- a. El registro interno y disponible ante la entidad Ambiental de Control, del seguimiento de la práctica de mantenimiento de los equipos de combustión, acorde con los programas establecidos por el operador o propietario de la fuente o recomendados por el fabricante del equipo de combustión.
- b. Resultado de análisis de características físicas y químicas del combustible utilizado, en particular del contenido de azufre y nitrógeno del mismo.

- c. La presentación de certificados por parte del fabricante del equipo de combustión en cuanto a la tasa esperada de emisión de contaminante, en base a la característica del combustible utilizado.
- d. Mediante inspección del nivel de opacidad de los gases de escape de la fuente.
- e. Mediante el uso de altura de chimenea recomendada por las prácticas de ingeniería.
- f. Otros que llegaren a establecerse por parte de la entidad de control.

Medidas

Para la verificación de cumplimiento por parte de una fuente fija con alguno de los métodos descritos, el operador u propietario de la fuente deberá mantener los debidos registros o certificados, a fin de reportar a la Entidad Ambiental de Control con una frecuencia de una vez por año.

Las fuentes fijas deberán someter, a consideración de la Entidad Ambiental de Control, los planos y especificaciones técnicas de sus sistemas de combustión, esto como parte de los procedimientos normales de permiso de funcionamiento. o Sería muy importante que como mecanismo de ayuda por parte de la entidad controladora se dicten capacitaciones cada seis meses sobre calibración básica de equipos para que los responsables en cada una de las instituciones puedan mantener los aparatos en óptimo estado.

- **Programas de Monitoreo (Unidad de Gestión Ambiental)**

Para determinar que los objetivos de este plan están contribuyendo o por lo menos está causando impacto positivo, se requiere un programa de monitoreo en el área de estudio, de tal manera que se pueda evaluar los cambios que presentan.

Medidas

- a. Monitoreos sobre emisiones a la atmósfera por parte de la entidad ambiental por lo menos dos veces al año.
- b. Presentación del ITD por parte de los sujetos de control por lo menos 1 cada año.
- c. Control trimestral por la entidad ambiental sobre las acciones tanto en educación ambiental, siembra de especies nativas, etc.
- d. Control anual sobre el mantenimiento de equipos en cada una de las instituciones.

El esfuerzo que se realiza por medio de este programa de monitoreo en un futuro traerá grandes resultados de bienestar y satisfacción en todos los involucrados porque estamos siendo parte de la solución y ya no del problema.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- A través de un análisis del área de estudio se pudo determinar los tres puntos de muestreo (La Avelina, La ESPE y el Niagara) referenciales a cada sector establecido (norte, centro, sur) para la realización del monitoreo de agua lluvia en la ciudad de Latacunga.
- Mediante el análisis de las muestras recolectadas de agua lluvia en cada sector establecido se pudo determinar que en ninguno sobrepasa los límites máximos permisibles de pH, conductividad, nitratos y sulfatos por lo tanto no se presenta lluvia acida en la ciudad de Latacunga.
- En la zona norte se encontró mayor aporte en los niveles de sulfatos que puede ser ocasionada por la presencia conjunta del parque automotor de fuentes fijas que conforman el sector industrial Lasso y para los nitratos se determinó que la zona sur es la que menos cantidad de contaminación aporta al aire de la ciudad.
- Para evitar que a futuro se dé la presencia de la lluvia acida en la ciudad de Latacunga se plantearon dos propuestas una para el parque automotor basándose en la creación de una ordenanza que aplique para mejorar la calidad del aire y la otra una Propuesta de Manejo Ambiental la misma que permitirá aplicar la ordenanza # 54 existente en la ciudad para cumplimiento de las fuentes fijas, y la concienciación sobre el cuidado del recurso aire.

4.2. Recomendaciones

- Ejecutar las medidas preventivas propuestas para así evitar que en evaluaciones futuras de agua lluvia exista presencia de niveles altos en cada parámetro que determina la existencia de lluvia acida en una ciudad.
- Verificar que el Municipio de la ciudad de Latacunga cree y aplique la ordenanza con respecto al control de fuentes móviles en la ciudad porque es primordial realizar la prevención desde la fuentes generadora del contaminante.
- Desarrollar campañas de información y concienciar a la población sobre mantener libre contaminación el recurso aire pique estamos a tiempo de prevenir la presencia de lluvia acida en la ciudad.
- Desarrollar un monitoreo completo de lluvia ácida en el cantón Latacunga ya que lo más recomendable es ejecutar este proyecto durante el periodo de un año en el día y la noche para obtener mayor veracidad en los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Citada:

- **ANTOLINEZ, Angélica. y DÍAZ, Cristian.** Lluvia ácida en la zona norte de Bogotá. Bogotá D.C, 2003, 123 p. Trabajo de grado (Ingenieros Químicos). Universidad Nacional de Colombia.
- **BAIRD, Colín y CANN Michael. (2014).** Química Ambiental. Segunda Edición. Editorial Reverte. ISBN: 978-84-291-7915-6. p: 137-161.
- **El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (2014).**
- **FIGUERUELO, Juan; MARINO, Martín.** Química Física del Ambiente y de los Procesos Medioambientales. Barcelona: Reverté, 2004, p. 236 y 237. ISBN:970-10-4978-0
- **GLYNN, Henry y GARY, HEINKE. (1999).** Ingeniería Ambiental. Mexico: Editorial Pearson Education. ISBN:970-17-0266-2.p:122-141.
- **HERRERA, María. (1999).** Lluvia ácida aspectos fisicoquímicos y ambientales. Cali: FAID, 1999, p. 13
- La Comisión Nacional Del Agua, México. (2010)
- **MACKENZIE, Davis y MASTEN, Susan (2004).** Ingeniería y Ciencias Ambientales. México: Interamericana editores. ISBN: 978-970-10-4978-5
- **MANAHAN, Stanley E. (2007).** Introducción a la química ambiental. Dióxido de azufre en la atmósfera. México, Reverte Ediciones, p. 409 – 412 y 455. ISBN: 0-07-235053-9

- **MARTÍNEZ, Ernesto y DÍAZ, Yolanda.** (2004).Contaminación Atmosférica. Murcia, España: Ediciones de la Universidad de castilla-La Mancha.p.25-30. ISBN: 968-24-4239-7.
- **MÜLLER, Urs.** La composición mineralógica de la arenisca y su influencia en la deposición de dióxido de azufre. En Dial net. [en línea]. 2008. p. 81-95. Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/86/119>.

Bibliografía Consultada:

- **BERNAL, César.** (2006).Metodología de la Investigacion.Pearson Educacion, Mexico.ISBN:970-26-0645-4.p.175-178
- **BROTO, Carles.** Patología de los materiales de construcción. Barcelona: Pilar Chueca,2006.
- **LARA, Érica.** (2011).Fundamentos de Investigación. Alfa omega Grupo Editor.Mexico.ISBN:978-607-707-261-4.p.59-61
- **SALGADO, María Sagrario.** Contaminación atmosférica a escala regional: Lluvia acida. [en línea]. [España]: Universidad Castilla-La mancha [consultado 3 ago., 2008]. Disponible en internet: <http://www.uclm.es/profesorado/mssalgado/QFATMOSFERA0708/trabajos%20en%20pdf/LLUVIA%20%C3%81CIDA.pdf>
- **Constitución Política del Ecuador** (2008)
- **TULSMA** (Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente)

- **ILUSTRE MUNICIPIO DE LATACUNGA.** Ordenanza para la prevención y control de la contaminación por desechos industriales, agroindustriales, de servicios y otros de carácter tóxico y peligroso generados por fuentes fijas del cantón Latacunga".

Tesis:

- **AYALA, Lourdes. (2014).**Determinación de las concentraciones de iones presentes en el agua lluvia de la zona urbana de la ciudad de Cuenca causantes de la lluvia ácida. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
- **CAUCALI, Claudia e IBARRA, Nathaly.(2008).**Diagnóstico De Lluvia Ácida En El Sector Histórico De La Candelaria- Bogotá D.C.Y Sus Efectos Sobre La Fachada De La Catedral Primada De Colombia. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Bogotá D.C.
- **SIMBAÑA, Karina.(2011).** Determinación de los niveles de Ph, conductividad, sulfatos y nitratos en muestras de agua lluvia recolectadas en sectores de alta, media y baja contaminación ambiental atmosférica de DMQ.

Linkografía:

- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7013/1/UPS-CT003678.pdf>
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7013/1/UPS-CT003678.pdf>
- <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/4678>
- <http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/601-2/>
- https://www.academia.edu/9848035/CONTAMINACION_AL_MEDIO_AMBIENTE_TESIS
- <https://es.scribd.com/doc/22227853/67/Determinacion-de-pH-Metodo-electrometrico>. Manual para Análisis Básicos de Calidad del Agua

ANEXOS

ANEXO N° 1. FOTOGRAFÍAS PUNTOS DE MUESTREO

FOTOGRAFÍA N° 6. PUNTO DE MUESTREO 1



FUENTE: GOOGLE MAPS (2015).

FOTOGRAFÍA N° 7. PUNTO DE MUESTREO 2



FUENTE: GOOGLE MAPS (2015).

FOTOGRAFÍA N° 8. PUNTO DE MUESTREO 3



FUENTE: GOOGLE MAPS (2015).

ANEXO N° 2. INFORMES DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EMITIDAS POR EL LANCAS- INAMHI.