



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LA

CIUDAD DE RIOBAMBA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORES: JAIRON VICENTE BERMEO JIMBO.

DENIS ALEXANDER VEGA BASTIDAS

TUTOR: ING. CESAR PUENTE GUIJARRO.

Riobamba – Ecuador

2018

©2018, Jairon Vicente Bermeo Jimbo, Denis Alexander Vega Bastidas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA” de responsabilidad de los señores egresados: Jairon Vicente Bermeo Jimbo y Denis Alexander Vega Bastidas, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Cesar Puente Guijarro.

DIRECTOR DEL

TRABAJO DE

TITULACIÓN

Ing. Rafaela Viteri Uzcátegui.

MIEMBRO DEL

TRIBUNAL

Nosotros, Jairon Vicente Bermeo Jimbo y Denis Alexander Vega Bastidas, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 27 de febrero del 2018

.....

Jairon Vicente Bermeo Jimbo
CI: 1104880206

.....

Denis Alexander Vega Bastidas
CI: 1804448403

Nosotros, Jairon Vicente Bermeo Jimbo y Denis Alexander Vega Bastidas, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de investigación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

.....

Jairon Vicente Bermeo Jimbo
CI: 1104880206

.....

Denis Alexander Vega Bastidas
CI: 1804448403

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por la vida y la oportunidad de poder conseguir esta meta tan anhelada, asimismo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirnos sus puertas y compartir con nosotros conocimiento y valores. A nuestras familias por ser el pilar fundamental para cumplir cada propósito y el apoyo en los momentos difíciles ya que gracias a ellos hoy podemos culminar con éxito este propósito de vida.

Al Ing. Cesar Puente por dirigir nuestro Trabajo de Titulación y a la Ing. Rafaela Viteri por su gran aporte para la realización del mismo. Sus conocimientos y experiencias nos han sido imprescindibles durante todo el periodo que se ejecutó y redactó este trabajo.

A todas las entidades que aportaron para el desarrollo de este proyecto, Dirección de Medio Ambiente, Salud e Higiene del GADM-Riobamba, EP-EMMPA, las Administraciones de los mercados La Merced, San Alfonso y Centro Comercial Popular La Condamine, así mismo a los técnicos docentes de los laboratorios de Química Orgánica y Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. Siendo su contribución muy importante para nosotros.

A todos quienes formaron parte de nuestra vida estudiantil, profesores, compañeros, amigos y personal administrativo de la escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental.

Jairon Vicente

Denis Alexander

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Atmósfera	5
1.3. Componentes de la Atmósfera	5
1.4. Estructura de la Atmósfera.....	7
1.4.1. <i>Tropósfera</i>	7
1.4.2. <i>Estratósfera:</i>	8
1.4.3. <i>Mesósfera</i>	8
1.4.4. <i>Ionósfera o Termósfera</i>	8
1.4.5. <i>Exósfera</i>	8
1.5. Funciones de la Atmósfera.....	9
1.6. Contaminación Atmosférica	9
1.7. Contaminantes Atmosféricos	10
1.7.1. <i>Contaminantes Naturales:</i>	10
1.7.2. <i>Contaminantes Antropogénicos</i>	11
1.7.3. <i>Contaminantes Primarios</i>	11
1.7.4. <i>Contaminantes Secundarios</i>	12
1.7.5. <i>Óxidos de Azufre (SO_x)</i>	13
1.7.6. <i>Óxidos de Nitrógeno (NO_x)</i>	14
1.7.7. <i>Ozono (O₃)</i>	14
1.8. Muestreadores Pasivos	15
1.9. Ley de Fick	17
1.10. Normativa Ambiental.....	17
1.11. Reseña histórica de los mercados objeto de estudio	19
1.11.1. <i>Centro Comercial Popular La Condamine</i>	19

1.11.2.	<i>Mercado Mariano Borja “La Merced”</i>	21
1.11.3.	<i>Mercado Simón Bolívar “San Alfonso”</i>	22
1.11.4.	<i>EP-EMMPA: Empresa Pública Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba</i>	23

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	25
2.1.	Población de Estudio	25
2.2.	Tamaño de Muestra	25
2.3.	Selección de Muestra	25
2.4.	Técnicas de Recolección de Datos	30
2.5.	Tipo de Investigación	30
2.6.	Nivel	30
2.7.	Diseño de la Investigación	31
2.8.	Método de muestreo	31
2.9.	Elaboración de Muestreadores Pasivos	31
2.9.1.	<i>Muestreadores para Dióxido de Nitrógeno (NO₂)</i>	32
2.9.2.	<i>Muestreadores para Dióxido de Azufre (SO₂)</i>	32
2.9.3.	<i>Muestreadores para Ozono (O₃)</i>	33
2.10.	Exposición y recolección de tubos pasivos	34
2.11.	Análisis de muestreadores pasivos	35
2.11.1.	<i>Análisis de muestreadores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)</i>	35
2.11.2.	<i>Análisis de muestreadores de Dióxido de Azufre (SO₂)</i>	38
2.11.3.	<i>Análisis de muestreadores de Ozono (O₃)</i>	41
2.12.	Corrección de resultados	43

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ..	45
3.1.	Concentración de Dióxido de Nitrógeno por semanas	45
3.1.1.	<i>Centro Comercial Popular La Condamine</i>	45
3.1.2.	<i>Mercado La Merced</i>	46
3.1.3.	<i>Mercado San Alfonso</i>	48
3.1.4.	<i>Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba</i>	49
3.2.	Concentración de Dióxido de Azufre por semanas	50

3.2.1.	<i>Centro Comercial Popular La Condamine</i>	50
3.2.2.	<i>Mercado La Merced</i>	52
3.2.3.	<i>Mercado San Alfonso</i>	53
3.2.4.	<i>Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba</i>	54
3.3.	Concentración de Ozono por semanas	56
3.3.1.	<i>Centro Comercial Popular La Condamine</i>	56
3.3.2.	<i>Mercado La Merced</i>	57
3.3.3.	<i>Mercado San Alfonso</i>	58
3.3.4.	<i>Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba</i>	60
3.4.	Concentración promedio de contaminantes atmosféricos en los mercados	61

CAPITULO IV

4.	PROPUESTA	65
----	------------------------	----

	CONCLUSIONES	70
--	---------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición de la Atmósfera	6
Tabla 2-1: Contaminantes Naturales.....	11
Tabla 3-1: Contaminantes primarios en la atmósfera.....	12
Tabla 4-1: Contaminantes secundarios en la atmósfera.....	12
Tabla 5-1: Límites máximos permitidos por contaminante.....	18
Tabla 1-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el CCP. La Condamine.....	26
Tabla 2-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el Mercado la Merced.....	27
Tabla 3-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el Mercado San Alfonso.....	28
Tabla 4-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el EP-EMMPA.....	29
Tabla 5-2: Relación entre absorbancia – concentración de nitritos en el tubo.....	37
Tabla 6-2: Relación entre absorbancia – concentración de sulfatos en el tubo.....	40
Tabla 7-2: Datos para corregir las concentraciones de NO ₂ y SO ₂ a condiciones locales	44
Tabla 8-2: Datos para corregir las concentraciones de O ₃ a condiciones locales	44
Tabla 1-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO ₂ en La Condamine	45
Tabla 2-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO ₂ en la Merced	46
Tabla 3-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO ₂ en San Alfonso	48
Tabla 4-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO ₂ en el EP-EMMPA.....	49
Tabla 5-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO ₂ en La Condamine.....	50
Tabla 6-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO ₂ en la Merced.....	52
Tabla 7-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO ₂ en San Alfonso.....	53

Tabla 8-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO ₂ en el EP-EMMPA	54
Tabla 9-3: Resultados semanales de las concentraciones de O ₃ en La Condamine.....	56
Tabla 10-3: Resultados semanales de las concentraciones de O ₃ en la Merced.....	57
Tabla 11-3: Resultados semanales de las concentraciones de O ₃ en San Alfonso.....	58
Tabla 12-3: Resultados semanales de las concentraciones de O ₃ en el EP-EMMPA	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1-1:	Capas de la atmósfera.....	7
Fig. 2-1:	Captador Pasivo.....	16
Fig. 3-1:	Ubicación geográfica del CCP. La Condamine.....	19
Fig. 4-1:	Ubicación geográfica del Mercado La Merced.....	21
Fig. 5-1:	Ubicación geográfica del Mercado San Alfonso.....	22
Fig. 6-1:	Ubicación geográfica del EP-EMMPA	23
Fig. 1-2:	Ubicación de los puntos de muestreo en el CCP. La Condamine	26
Fig. 2-2:	Ubicación de los puntos de muestreo en el Mercado la Merced	27
Fig. 3-2:	Ubicación de los puntos de muestreo en el Mercado San Alfonso.....	28
Fig. 4-2:	Ubicación de los puntos de muestreo en el EP-EMMPA	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Curva de Calibración utilizada para NO ₂	37
Gráfico 2-2: Curva de Calibración utilizada para SO ₂	40
Gráfico 1-3: Representación de la concentración de NO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine.....	45
Gráfico 2-3: Representación de la concentración de NO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado La Merced.....	47
Gráfico 3-3: Representación de la concentración de NO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado San Alfonso.....	48
Gráfico 4-3: Representación de la concentración de NO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el EP-EMMPA	49
Gráfico 5-3: Representación de la concentración de SO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine.....	51
Gráfico 6-3: Representación de la concentración de SO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado La Merced.....	52
Gráfico 7-3: Representación de la concentración de SO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado San Alfonso.....	53
Gráfico 8-3: Representación de la concentración de SO ₂ encontrada y el límite máximo permisible en el EP-EMMPA	55
Gráfico 9-3: Representación de la concentración de O ₃ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine.....	56
Gráfico 10-3: Representación de la concentración de O ₃ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado La Merced.....	57
Gráfico 11-3: Representación de la concentración de O ₃ encontrada y el límite máximo permisible en el mercado San Alfonso.....	59

Gráfico 12-3: Representación de la concentración de O ₃ encontrada y el límite máximo permisible en el EP-EMMPA	60
Gráfico 13-3: Concentración de NO ₂	62
Gráfico 14-3: Concentración de SO ₂	63
Gráfico 15-3: Concentración de O ₃	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. 1-1: Formación de dióxido de azufre.....	13
Ec. 2-1: Formación de Trióxido de Azufre.....	13
Ec. 3-1: Formación de Ácido Sulfúrico.....	13
Ec. 4-1: Formación de Contaminante Primario (NO).....	14
Ec. 5-1: Formación de Dióxido de Nitrógeno.....	14
Ec. 6-1: Formación de Oxígeno Monoatómico.....	15
Ec. 7-1: Formación de Ozono Troposférico.....	15
Ec. 8-1: Ciclo del Ozono: Formación de Oxígeno Monoatómico + Oxígeno Molecular	15
Ec. 1-2: Concentración de nitritos en el tubo.....	37
Ec. 2-2: Masa de nitritos en el tubo.....	38
Ec. 3-2: Concentración de NO ₂ en el ambiente.....	38
Ec. 4-2: Concentración de sulfatos en el tubo.....	40
Ec. 5-2: Masa de sulfatos en el tubo.....	41
Ec. 6-2: Concentración de SO ₂ en el ambiente.....	41
Ec. 7-2: Fórmula Empírica para determinar O ₃ en el Ambiente.....	43
Ec. 8-2: Fórmula de corrección de concentraciones a condiciones reales.....	44

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
°K	Grados Kelvin
Abs	Absorbancia
ác	Ácido
Ar	Argón
CH ₄	Metano
cm	Centímetro
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
DPE	1,2 – di – (4- piridil) etileno
EP-EMMPA	Empresa Pública – Empresa Municipal Mercado de Productores Agrícolas
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
g	Gramo
GADM-R	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
H	Hidrógeno
H ₂ O	Agua
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogeno o Agua Oxigenada
H ₂ S	Ácido Sulfhídrico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HC	Hidrocarburos
He	Helio
HNO ₃	Ácido Nítrico
INAMHI	Instituta Nacional de Meteorología e Hidrología
Km	Kilometro
Kr	Kriptón
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado

m ³	Metro cúbico
MBTH	3 metil-2-benzotiazolina hidrazona hidrocloreuro
mg	Miligramo
min	Minuto
ml	Mililitro
mm Hg	Milímetro de mercurio
N ₂	Nitrógeno molecular
N ₂ O	Óxido de Nitrógeno
Ne	Neón
nm	Nanómetro
NO	Monóxido de Nitrógeno
NO ₂	Dióxido de Nitrógeno
NO _x	Óxidos de Nitrógeno
NPA	Nitrato Peroxiacilo
O ₂	Oxígeno molecular
O ₃	Ozono
PM ₁₀	Material Particulado de diámetro menor o igual a 10 µm
PM _{2,5}	Material Particulado de diámetro menor o igual a 2,5 µm
rpm	Revoluciones por minuto
Smog	Adaptación que deriva de las palabras smoke = humo y fog = niebla
s	segundo
SO ₂	Dióxido de Azufre
SO _x	Óxidos de Azufre
SO ₃	Trióxido de Azufre
SO ₄ ⁻²	Ion Sulfato
TEA	Trietanolamina
µg	Microgramo
µm	Micrómetro
UTM	Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator
Xe	Xenón

RESUMEN

Este estudio de la calidad del aire tiene como objetivo identificar los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos en los principales mercados de la ciudad de Riobamba, para este fin se seleccionó 4 lugares objeto de estudio: Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba, La Merced, San Alfonso y Centro Comercial Popular La Condamine. La concentración se determinó mediante la técnica de captadores pasivos, que consistió en colocar aleatoriamente tubos muestreadores dentro de los mercados, los contaminantes monitoreados fueron NO_2 , SO_2 y O_3 . Las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias, se realizó pruebas colorimétricas para determinar la presencia del contaminante en los captadores y se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV-Visible, a mayor absorbancia mayor será la concentración del contaminante estudiado; en base a la normativa ambiental vigente se pudo establecer un criterio sobre la calidad del aire ambiente presente en los mercados de la ciudad. Como resultado se obtuvo que los puntos que presentan mayores valores de concentración son: P3 de la semana 3 del mercado La Merced para NO_2 ; P2 de la semana 1 del mercado San Alfonso para SO_2 y P2 de la semana 3 del EP-Empresa Municipal Mercado de Productores Agrícolas, para O_3 . Todos los datos fueron ajustados a las condiciones reales, utilizando datos de temperatura y presión otorgados por la estación meteorológica ESPOCH que es la más cercana a nuestra zona de estudio. Con estos valores se pudo concluir que en general la presencia de los contaminantes atmosféricos en los mercados no sobrepasa en su mayoría los límites permitidos por la ley, pero si se acercan de manera significativa razón por la cual se podría trabajar en medidas preventivas para reducir la polución.

PALABRAS CLAVE: <BIOTECNOLOGÍA>, <CALIDAD DEL AIRE>, <ESPECTROFOTOMETRÍA>, <MERCADOS MUNICIPALES>, <MUESTREADORES PASIVOS>, <DIÓXIDO DE NITRÓGENO>, <DIÓXIDO DE AZUFRE>, <OZONO>

ABSTRACT

This air quality study aims to identify the concentration levels of atmospheric pollutants in the main markets from Riobamba city. For this purpose, four sites were selected San Pedro de Riobamba Agricultural Producers Market, La Merced, San Alfonso and La Condamine Popular Shopping Center. The concentration was determined by means of the passive sensor technique, which consisted of randomly placing sampling tubes within the markets; the monitored pollutants were NO₂, SO₂ and O₃. The samples collected were analyzed in the Laboratory of Instrumental Chemistry from the Faculty of Sciences, colorimetric tests were carried out to determine the presence of the contaminant in the collectors and the absorbance was measured in a UV-Visible spectrophotometer. It means that to greater absorbance, greater will be the concentration of the pollutant studied; based on current environmental regulations a criterion could be established on the ambient air quality present in the city's markets. As a result, it was obtained that the points with the highest concentration values are P3 of week 3 from La Merced market to NO₂; P2 of week 1 from San Alfonso market to SO₂ and P2 of week 3 from EP-Municipal Market of Agricultural Producers to O₃. All the data was adjusted to the real conditions, using temperature and pressure data provided by the ESPOCH weather station, which is the closest to our study area. With these values, it was possible to conclude that in general the prevalence of air pollutants in the markets does not exceed in most of the limits allowed by the law, but they are approached in a significant way, for this reason, it could work in preventive measures to reduce the pollution.

Key words: <BIOTECHNOLOGY>, <AIR QUALITY>, <SPECTROPHOTOMETRY>, <MUNICIPAL MARKETS>, <PASSIVE SAMPLERS>, <NITROGEN DIOXIDE>, <SULFUR DIOXIDE>, <OZONE>.

INTRODUCCIÓN

La contaminación en el ambiente se determina por la presencia de agentes nocivos y estos pueden ser de carácter físico, biológico o químico, que se encuentre en concentraciones diferentes a las naturales afectando a la salud de las personas y al ambiente en general. (Álvarez, Diego & Romero, 2006).

Identificación del Problema

El presente trabajo de titulación propone trabajar y brindar a la ciudadanía en general, información confiable sobre la calidad del aire existente en los centros de comercialización de productos de primera necesidad como mercados, parques y plazas, respetando el derecho de los ciudadanos a un ambiente seguro en pro del buen vivir.

Sobre el recurso aire, en los mercados de la ciudad de Riobamba no existen mayores medidas de prevención, control, ni mitigación (Lozano, 2010), razón por la cual este estudio servirá como base para que la Dirección de Medio Ambiente, Salud e Higiene junto con el GAD Municipal tomen acciones correctivas para la reducción de contaminantes atmosféricos que puedan afectar a la ciudadanía o al medio ambiente, brindando mejoras a la ciudad que contribuyan a una mejor calidad de vida.

Por los mercados de la ciudad circulan diariamente cientos de automotores, principalmente buses de transporte urbano, lo cual se refleja en grandes descargas de contaminantes atmosféricos, y considerando la ubicación de estas plazas dentro de la ciudad se dificulta que estos contaminantes puedan desplazarse representando así un problema para las personas que acuden a estos centros.

Justificación

La evaluación de la calidad del aire presente en los mercados de la urbe es un aspecto importante considerado dentro del Plan de Sustentabilidad Ambiental del GAD Municipal de la ciudad de Riobamba, de esta manera existe un macro proyecto en convenio entre el Municipio y la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. El convenio abarca muchos aspectos como aire, residuos sólidos, ruido, energías alternativas entre otros. (GADM-R, 2017)

Los contaminantes más estudiados incluidos en redes de vigilancia y control de contaminación atmosférica son: Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Ozono. Estos tienen su origen en fuentes de emisión como son los vehículos de motor a diésel o gasolina, calefacciones, y algunos procesos industriales, el ozono se forma por la presencia de contaminantes como NO_x y COVs ante radiaciones solares. Las afectaciones a la salud que presentan estos contaminantes se reflejan en problemas respiratorios en su mayoría, irritación en los ojos y nariz y problemas cardiovasculares. Teniendo mayor impacto en grupos vulnerables como mujeres embarazadas, niños y ancianos. (Esplugues et al., 2007 p. 2)

La evaluación de la calidad del aire en los mercados beneficia a la población que visita estos centros urbanos y constituye un instrumento para la gestión ambiental, además de proporcionar información útil que puede facilitar el diseño e implementación de medidas de control de focos de emisión, que beneficien a los usuarios de los mercados y sectores aledaños. De esta manera se garantiza mejoras en la calidad de vida de la sociedad en general y la reducción del impacto de contaminantes atmosféricos en el medioambiente

Debido a que la calidad el aire está enmarcado dentro de las líneas de investigación y perfil profesional de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, este trabajo también constituye un aporte investigativo y un requisito que servirá a los estudiantes para obtener el título de Ingenieros en Biotecnología Ambiental. (Reglamento de Régimen Académico, 2014)

Objetivos

Objetivo General

- Realizar la evaluación de contaminantes atmosféricos en los principales mercados de la ciudad de Riobamba

Objetivos Específicos

- Identificar los puntos estratégicos de muestreo en cada uno de los mercados de acuerdo con las posibles fuentes de emisión.
- Determinar la concentración de NO₂, SO₂, y O₃ en el aire ambiente de los principales mercados de Riobamba.
- Analizar los gases contaminantes basados en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente.
- Proponer medidas de control y prevención para la reducción de contaminantes atmosféricos en los principales mercados de Riobamba.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

En inicios del siglo XIX la contaminación atmosférica tuvo un gran impacto, debido a las altas concentraciones emitidas por las industrias teniendo como fuente principal de energía el uso de combustibles, es así como en dicho siglo por el alto desarrollo industrial se estipula la problemática sobre la presencia de contaminantes (gases y partículas) en la atmósfera. (Álvarez, & Diego & Romero, 2006).

Ecuador se colocó en el lugar 25 de 30 países de América Latina, con una puntuación de 66,58 sobre una nota máxima de 100 puntos; de acuerdo con la Prometeo de la ESPOL Gladys Polo esa nota se podría mejorar únicamente implementando concientización ambiental en las escuelas. La mayor calificación que alcanzo nuestro país en el Índice de Desempeño Ambiental (EPI) fue 90,12/100 ubicándolo en el puesto 103 a nivel mundial. Además, es de vital relevancia que todos los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), incluyan en sus sitios virtuales información actualizada sobre los contaminantes atmosféricos monitoreados y la calidad del aire de su ciudad, así como se hace en el Distrito Metropolitano de Quito. (Diario EL TELÉGRAFO, 2016, p. 3)

El Ministerio del Ambiente del Ecuador junto a la Municipalidad de Riobamba han implementado en el Mercado Mariano Borja “La Merced” un instrumento que monitorea partículas (PM₁₀) y proporcionara información sobre la calidad del aire de la ciudad de Riobamba con el objetivo de monitorear y finalmente realizar un Plan de Manejo del Aire de la ciudad. (Yaku, 2012)

Perugachi (2016) estudiante de la ESPOCH realizó la aplicación de un modelo matemático para determinar la difusión de contaminantes atmosféricos bajo condiciones físicas y meteorológicas de la ciudad de Riobamba; su estudio sugiere mantener los trabajos de monitoreo de concentración de contaminantes para poder realizar comparaciones con el transcurso del tiempo y la estabilidad atmosférica.

Estudios a nivel local también han demostrado que la contaminación atmosférica de la ciudad de Riobamba sobrepasa las normas de permisibilidad en el caso de algunos contaminantes como PM_{10} y $PM_{2.5}$ y resaltan la importancia del monitoreo de óxidos de Azufre, Nitrógeno y Ozono Troposférico, como una medida preventiva y de control, debido al crecimiento del parque automotor e industrial de la ciudad. (Lozano, 2010, pp. 80-92)

1.2. Atmósfera

Capa fina compuesto por varios tipos de gases, que enmantan la superficie de la tierra. Entre ellos el oxígeno elemento necesario para la vida y el aire atmosférico que está constituido por diferentes gases con valores por debajo de 0.002% como es el caso de helio, neón, metano, ozono etc. La atmósfera actúa de acuerdo a los gases que alberga ya sean procedentes de fuentes naturales como antropogénicas. (Manahan, 2006, p. 353)

La atmósfera sirve como protección absorbiendo los rayos procedentes del espacio exterior, filtrando y permitiendo el paso de cantidades moderadas; de igual manera con la temperatura de la Tierra, la atmósfera regula y evita temperaturas extremas haciendo posible un ambiente adecuado para los organismos vivos. (Manahan, 2006, p. 356)

1.3. Componentes de la Atmósfera

La atmósfera es la capa que rodea la tierra y su composición varía dependiendo de las condiciones de presión y altura, aunque en términos generales la atmósfera está constituida por una serie de

gases, el elemento sobresaliente y esencial es el nitrógeno con un 78% seguido de oxígeno con un 21%, con un 0,9% el argón y una mínima cantidad de 0.002% de otros gases como se ilustra en la Tabla. 1-1 (Domínguez, 2004, p. 18)

Tabla 1-1: Composición de la Atmósfera

COMPONENTE	SÍMBOLO QUÍMICO	CONCENTRACIÓN APROXIMADA
Nitrógeno	N	78,03%
Oxígeno	O	20,99%
Dióxido de Carbono	CO ₂	0,03%
Argón	Ar	0,94%
Neón	Ne	0,00123%
Helio	He	0,0004%
Criptón	Kr	0,00005%
Xenón	Xe	0,000006%
Hidrógeno	H	0,01%
Metano	CH ₄	0,00002%
Óxido Nitroso	N ₂ O	0,00005%
Vapor de Agua	H ₂ O	Variable
Ozono	O ₃	Variable
Partículas		Variable

Fuente: S.L. Innovación y Cualificación, 2016

1.4. Estructura de la Atmósfera

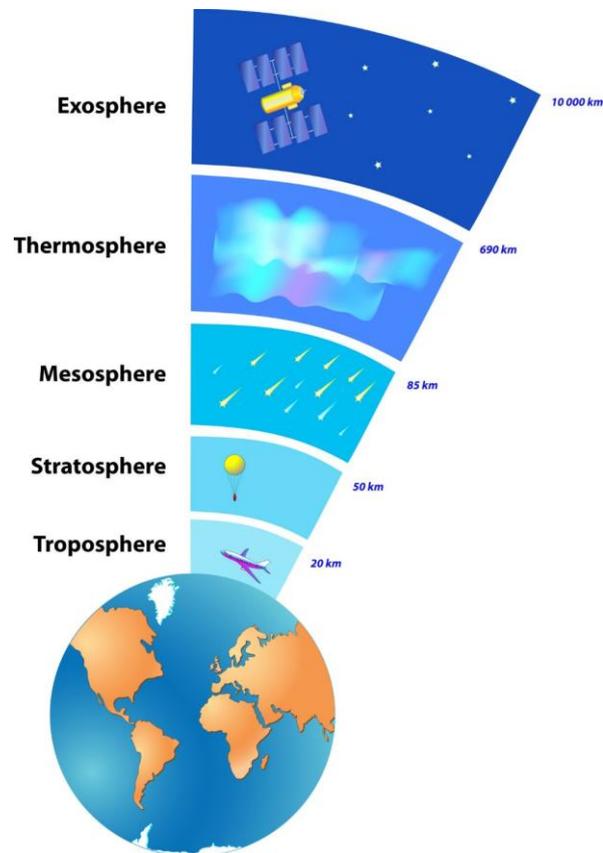


Fig. 1-1: Capas de la atmósfera

Fuente: es.dreamstime.com. (image22603834)

1.4.1. Tropósfera

Es la capa en contacto con la superficie de la tierra, su espesor varía de acuerdo con la altitud en que se encuentra, por lo general oscila de 9 a 15 km, dicha capa se caracteriza por ser la capa más baja, esta retiene el polvo suspendido originario de desiertos, actividades industriales, volcanes y sal marina. En esta capa tienen lugar dos fenómenos a) la formación de nubes y precipitaciones y b) la inversión térmica es decir cuando la temperatura aumenta con la altura y no disminuye. (Dávila y Figueluero, 2004)

1.4.2. Estratósfera:

Situada a una altitud desde los 15 a los 50 km, esta capa cumple la función de absorber las radiaciones solares indispensables para la vida en la Tierra. Los movimientos de masa se dan horizontalmente y la temperatura es muy elevada debido a la altitud. (Dávila y Figueluero, 2004)

1.4.3. Mesósfera

La mesósfera se constituye como la tercera capa que conforma la atmósfera terrestre y su importancia radica en la ionización y las reacciones químicas que tienen lugar en ella. La temperatura empieza a descender hasta los -100 °C con el aumento de altitud de 50 a 80 km. (Dávila y Figueluero, 2004)

1.4.4. Ionósfera o Termósfera

Ubicada hasta el km 600 donde la temperatura asciende hasta los 1000 °C , este fenómeno se da por la captación de los rayos de onda corta como son los rayos X y Gamma (Dávila y Figueluero, 2004)

1.4.5. Exósfera

La última capa va desde los 500 a 800 km, siendo la frontera entre la atmósfera y el exterior aquí se produce el intercambio de masas, de igual forma al sobrepasar esta capa nos encontraremos una franja sin presencia de gravedad ni gases. (Contreras y Molero, 2012: p. 62)

1.5. Funciones de la Atmósfera

Proyecto BIÓSFERA (España), expone que la atmósfera cumple un papel importante en el clima de la Tierra, entre sus funciones más destacadas presenta:

a) Conservar la Temperatura:

El efecto invernadero es la causa directa por la que la superficie terrestre recibe calor, este efecto tiene lugar debido a que las radiaciones exteriores son remitidas por la superficie terrestre en forma de radiación infrarroja, el vapor de agua y CO₂ absorben estas radiaciones y las devuelven nuevamente a la superficie; de esta manera se mantiene el calor en la Tierra.

b) Filtrar radiaciones solares:

La radiación es filtrada por las distintas capas que conforman la atmósfera, de esta manera actúan como protección ya que una parte de la energía que recibe la tierra es remitida al espacio exterior.

1.6. Contaminación Atmosférica

El Plan Nacional de Calidad del Aire del Ministerio del Ambiente define como contaminación atmosférica a la presencia de elementos o materias (contaminantes) de origen antropogénico o natural que afectan negativamente a los seres humanos o el ambiente. Estos contaminantes pueden ser emitidos directa o indirectamente a la atmósfera. (Ministerio del Ambiente, 2012)

En el siglo XX, la gente no asumía la gravedad sobre la contaminación del aire pues lo consideraban simplemente como hollín o humo provenientes de equipos domésticos como calefactores e industriales como plantas de energía. Con el tiempo se da la preocupación por la presencia de nuevos contaminantes a causa del incremento excesivo de los vehículos motorizados donde se utiliza los productos derivados del petróleo como la gasolina y el diesel. (Capó, 2007, p.73)

La incineración de combustibles fósiles fue la principal fuente de contaminación, debido a la acumulación que se dio en la atmósfera seguido de la combinación con vapor de agua, dando origen al llamado "smog" palabra adoptada por los ingleses debido a la fuerte contaminación que se dio en Londres en esa época. (Capó, 2007, p. 74)

El gas metano causante principal del efecto invernadero va incrementando por la gran cantidad de ganado que existe. Se calculó 16 millones de toneladas/año de gas metano lo cual representa un 30% de las emisiones. (Valverde, et al., 2005, p. 168)

En países en vías de desarrollo como Ecuador los niveles de contaminación atmosférica se encuentran creciendo constantemente en centros urbanos. Por este motivo las autoridades y gobernantes de importantes ciudades del mundo reconocieron la contaminación del aire como uno de los mayores desafíos ambientales que deben enfrentar las ciudades de hoy. (Franco, 2012, p.2)

1.7. Contaminantes Atmosféricos

De acuerdo con sus fuentes emisoras se clasifican en:

1.7.1. Contaminantes Naturales:

Las cantidades emitidas son superiores a las antropogénicas, pero causan menos daño que las actividades humanas, que son una amenaza a corto mediano y largo plazo. En las erupciones volcánicas se expulsa un gas muy venenoso como es el dióxido de azufre y ceniza que en cantidades muy grandes pueden provocar las lluvias acidas. De igual manera los incendios forestales dan lugar a gases como CO₂, CO y NO_x. (Martínez, 2010, p. 56)

Tabla 2-1: Contaminantes Naturales

Fuente	Contaminantes
Volcanes	SO _x
Incendios Forestales	CO ₂ , CO, NO _x
Tormentas de polvo	Partículas
Plantas en descomposición	CH ₄ , H ₂ S
Pantanos	Gases Nocivos

Fuente: Martínez, 2010

1.7.2. Contaminantes Antropogénicos

Existen varios factores que son causantes de dicha contaminación como la sobreexplotación de los recursos naturales, la sobrepoblación que conlleva a la industrialización y reducción de los ecosistemas impidiendo el restablecimiento de la naturaleza. (Martínez, 2010, p. 56)

Las anomalías también se dan en las personas aledañas a las fabricas quienes deben tolerar problemas respiratorios, cardiacos, incluso malformaciones en bebés. En animales afecta en lo que es la producción como huevos, leche etc. Y en vegetales no se llega al tamaño, forma, y calidad que normalmente acostumbran. (Martínez, 2010, p. 57)

1.7.3. Contaminantes Primarios

Son aquellos gases que la atmósfera recibe directamente ya sea por origen natural o por origen antropogénico. (Ramírez, 2016, p. 56)

Tabla 3-1: Contaminantes primarios en la atmósfera

Contaminante	Fórmula
Monóxido de carbón	CO
Óxidos de azufre	SO _x
Dióxido de azufre	SO ₂
Trióxido de azufre	SO ₃
Óxidos de nitrógeno	NO _x
Monóxido de nitrógeno	NO
Dióxido de nitrógeno	NO ₂
Hidrocarburos	HC
Macropartículas	

Fuente: Ramírez, 2016

1.7.4. Contaminantes Secundarios

Estos se originan a partir de los contaminantes primarios, es decir las mutuas reacciones que se dan con los elementos básicos del aire. (Ramírez, 2016, p.57)

Tabla 4-1: Contaminantes secundarios en la atmósfera

Contaminante	Fórmula
Ozono	O ₃
Ácido nítrico	HNO ₃
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄
Peróxido de hidrogeno	H ₂ O ₂
Mayoría de sales	NO ₃ y SO ₄ ⁻²
Nitratos peroxiacilo	NPA

Fuente: Ramírez, 2016

1.7.5. Óxidos de Azufre (SO_x)

Gas ácido más denso que el aire se caracteriza por la velocidad de desplazamiento que es mayor por lo que es un gran problema, Su origen se da por la incineración del carbón y petróleo, generalmente no se encuentra en la atmósfera como SO_2 y SO_3 , debido a su rápida capacidad de reacción con el agua generando el ácido sulfúrico. (Veritas, 2008, p. 158)

El SO_2 el contaminante derivado del azufre más común en la troposfera, proveniente principalmente de actividades antropogénicas, por esta razón se presenta en mayor concentración en zonas urbanas e industriales. (Ramírez, 2014)

Reacciona de la siguiente manera:



La formación del SO_3 viene dado por la oxidación del SO_2 con atribución de luz solar.



El SO_3 y SO_2 condensan fácilmente por lo que su capacidad de reacción es rápida y junto a la humedad del aire dan lugar a una bruma de ácido sulfúrico. (Ramírez, 2014)



1.7.6. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

Una fuente directa de emisión de óxidos de nitrógeno son los gases emitidos por los autos que, al tener contacto con los diferentes componentes en el aire, pueden dar lugar a nuevos contaminantes entre los más significativos se encuentra el ozono y el ácido nítrico. (Gallego et al. 2012)

Por la cinética química a bajas temperaturas este presenta una reacción demasiado lenta es decir la oxidación se genera a altas temperaturas, siendo el NO el contaminante primario que procederá a un contaminante secundario presente en la atmósfera como es el NO_2 . (Muñoz y Rovira, 2015: p. 126)



1.7.7. Ozono (O_3)

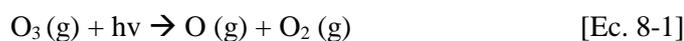
Esta contaminación se da en la tropósfera. El ozono por ser un contaminante secundario se entiende que se forma por la composición de varios contaminantes precursores como los contaminantes primarios (Óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles), este fenómeno se da gracias a las múltiples reacciones activadas con luz solar que dan resultado la formación del ozono por actividad humana. Mientras que, en pequeñas cantidades mediante procesos naturales, emisiones por compuestos orgánicos volátiles, fermentaciones etc. (Boada y Toledo, 2011)

Gas incoloro altamente corrosivo, determinado como un contaminante en la tropósfera pero que tiene un papel fundamental de filtrar la radiación ultravioleta en la estratósfera. Por su inestabilidad el ozono puede perder un átomo de oxígeno para adoptar otros elementos mediante oxidación generando grandes consecuencias. (Pancorbo, 2010 p.52)

La longitud de onda de la radiación solar es de 260 nm con la presencia de oxígeno finalmente se obtiene ozono. (Ramírez, 2014)



Donde $h\nu$ es la energía de un fotón. El ozono tiene su función fotoquímica de captar radiaciones de longitudes de onda de 200 a 300 nm. El ciclo del ozono está completo cuando se recombina el oxígeno monoatómico con el oxígeno molecular. (Ramírez, 2014)



1.8. Muestreadores Pasivos

En el muestreo pasivo debido a la diferencia entre potenciales químicos el flujo de aire proveniente del ambiente ingresa a los tubos preparados con el medio recolector. (Astoviza, 2014, p. 36).

Debido a su bajo costo y su facilidad de manipular, el método de muestreo pasivo es recomendable para obtener evaluaciones sobre la calidad del aire dando prioridad aquellos países que se encuentra en progreso. Mediante este método podemos identificar los puntos que se ven más afectados por la contaminación atmosférica para poder aplicar métodos automáticos de muestreo ya sea a largo o corto plazo, e ir comparando con la normativa. (Zapata, et al., 2008, p. 2)

El fenómeno que se produce durante la captación mediante el método pasivo se basa en la mezcla de dos gases, el primero actúa con el movimiento estimulándose para penetrar y difundirse en un segundo gas, este se expande uniformemente hasta formar una sola masa, este fenómeno se denomina difusión y permeación. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1982, p. 1)

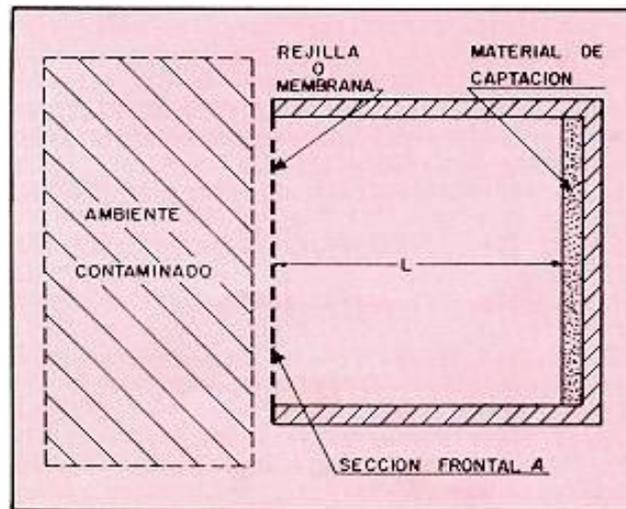


Fig. 2-1: Captador Pasivo

Fuente: (NTP 151, 1982) Toma de muestras con captadores pasivos

En la Fig. 2-1 un dispositivo situado en un ambiente contaminado durante cierto tiempo será capaz de incorporar sobre el material captador dispuesto en su interior una determinada cantidad del contaminante que será proporcional, entre otros factores, a la concentración ambiental del mismo.

La técnica de espectrofotometría UV-visible o infrarroja nos permite interpretar mediante numeraciones un parámetro físico presente en los analitos estudiados utilizando la emisión de radiación. El método pasivo utiliza esta técnica para estudiar contaminantes atmosféricos presentes en el aire determinando la absorción de radiación a una longitud de onda establecida. (Cano y Delgado, 2009, p.1)

1.9. Ley de Fick

David Galán (2013) en su publicación: Química Medioambiental. Metodología pasiva empleada para la toma de muestra de contaminantes atmosféricos, manifiesta que:

“Las moléculas de los contaminantes atmosféricos, en fase gaseosa o vapor, son transportados mediante difusión molecular, en función de la temperatura y la presión ambiental, al interior del sistema pasivo donde queda retenido en un sorbente químico, por tanto, el mecanismo de captación responde a un gradiente de concentración de dicho contaminante atmosférico, entre la concentración ambiental y la concentración en el sorbente del dispositivo pasivo”

La primera Ley de Fick (Difusión) controla los procesos que relacionan el flujo de un gas, que va desde una región de mayor concentración a otra de menor concentración, teniendo en cuenta factores como el tiempo de exposición y el área del captador. Por lo tanto, conociendo la cantidad de gas que ha difundido a través del sistema o dispositivo pasivo y el coeficiente de captación puede calcularse la concentración ambiental del contaminante objeto de estudio en aire ambiente durante el periodo de muestreo. (Galán, 2013, pp. 2-3)

1.10. Normativa Ambiental

La Norma de Calidad del Aire Ambiente Ecuatoriana establece en el Acuerdo Ministerial No.050 el Anexo 4 del Libro VI del TULSMA la: NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE O NIVEL DE INMISIÓN; esta norma determina los límites permisibles de los contaminantes criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente.

Tabla 5-1: Límites máximos permitidos por contaminante.

Contaminante	Valor*	Unidad	Periodo de medición	Excedencia Permitida
Partículas Sedimentables	1	mg/cm ² durante 30 días	Máxima concentración de una muestra colectada durante 30 días de forma continua	No se permite
PM ₁₀	50	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
	100	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas**	No se permite
PM _{2,5}	15	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
	50	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas***	No se permite
SO ₂	60	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
	125	ug/m ³	Concentración en 24 hora de todas las muestras colectadas	No se permite
	500	ug/m ³	Concentración en un periodo de 10 minutos de todas las muestras colectadas	No se permite
CO	10	mg/m ³	Concentración en 8 horas consecutivas	1 vez por año
	30	mg/m ³	Concentración máxima en 1 hora	1 vez por año
O ₃	100	ug/m ³	Concentración máxima en 8 horas consecutivas	1 vez por año
NO ₂	40	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
	200	ug/m ³	Concentración máxima en 1 hora de todas las muestras colectadas	No se permite
Benceno	5	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
Cadmio Anual	5x10 ⁻³	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite
Mercurio Inorgánico	1	ug/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año	No se permite

* Deben reportarse en las siguientes condiciones: 25 °C y 760 mm Hg de presión atmosférica

** Se considera sobrepasada la Norma para PM₁₀ cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual de cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (100ug/m³)

*** Se considera sobrepasada la Norma para PM_{2,5} cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual de cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (50ug/m³)

Fuente: Secretaría del Ambiente QUITO, 2011

1.11. Reseña histórica de los mercados objeto de estudio

1.11.1. Centro Comercial Popular La Condamine

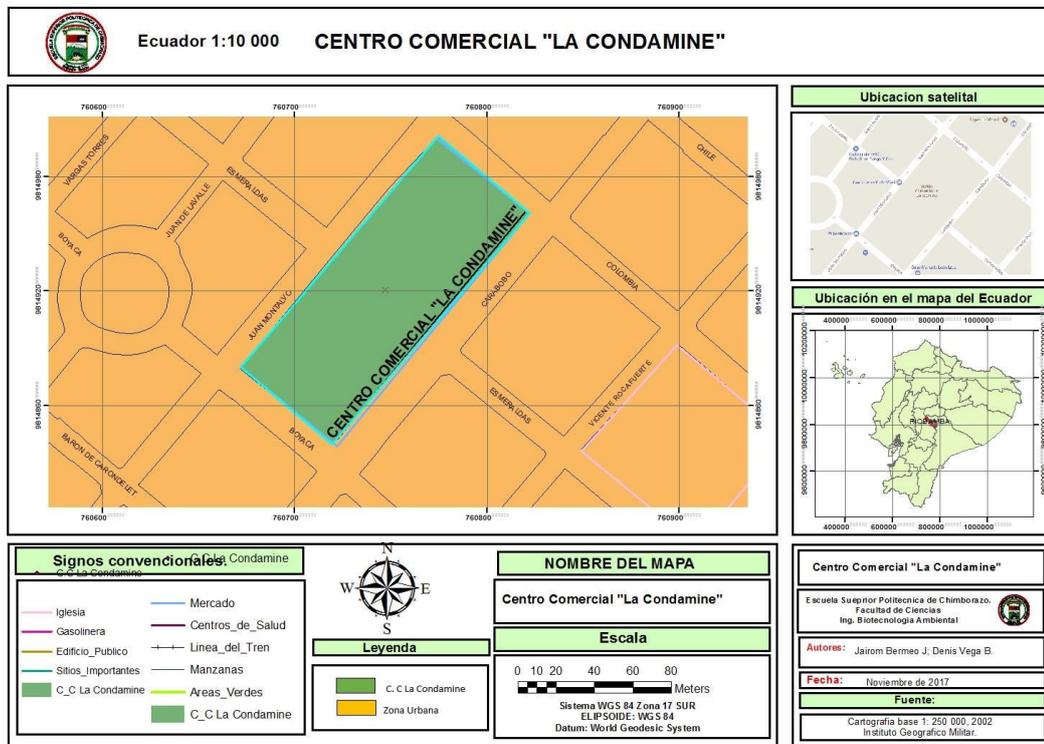


Fig. 3-1: Ubicación geográfica del CCP. La Condamine

Fuente: Cartografía Base 1: 250 000, INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2002

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

A finales de los años 70 la ciudad de Riobamba contaba con 10 plazas para la comercialización de productos agrícolas, animales, insumos, artesanías y más. Estas plazas estaban distribuidas en toda la ciudad y hacían uso de diferentes días de la semana para la realización de sus actividades. Se encontraba en la zona central la plaza de La Condamine que tenía su feria los días sábados en la cual se expedían ganado y carne para la región (Matuk, 2010, p. 20)

En la década de los ochenta, la comercialización de productos al por mayor en Riobamba estuvo concentrada principalmente en la Plaza Román (actual Consejo Provincial). Posteriormente los comerciantes fueron trasladados a inicios de los años noventa a la Plaza La Condamine, lo cual represento un problema para el sector urbano de la ciudad, ya que el lugar no daba espacio suficiente para los intercambios y así mismo intervinieron temas como la congestión vehicular,

salubridad y manejo de los desechos generados. Razón por la cual posteriormente el municipio daría paso a la creación de la EMMPA. (Matuk, 2010, p. 40)

El miércoles 3 de noviembre del 2004, el diario El Universo publicaba entre sus páginas: *“Riobamba tendrá el nuevo mercado La Condamine”*. En este artículo hace referencia de inversión de 1,2 millones de dólares durante el mandato de Fernando Guerrero (2001-2005) para la ejecución de una obra, con un área de 11.592 m², dividida en cuatro etapas y un edificio de dos pisos. Destinando la planta baja a la venta de legumbres, tercenas, abarrotes, pollos, pescado, frutas, hornado, comida y lácteos; la planta alta destinada a la venta de ropa, fantasías, zapatos, tejidos, bazares, además de la administración.

El Centro Comercial Popular La Condamine se encuentra ubicado en el barrio urbano que lleva su mismo nombre entre las calles Carabobo, Colombia, Juan Montalvo y Boyaca, en el año 2014 su remodelación se constituyó como uno de los principales proyectos municipales. Con el fin de mejorar el techo, fachada, paredes, cableado eléctrico e infraestructura para prevenir accidente o desgracias como lo sucedido en la ciudad de Ambato. (Diario EL TELÉGRAFO, 2014)

Este centro comercial denominado así por la famosa expedición de La Condamine que precisó con exactitud la latitud cero o ecuador matemático del planeta en la ciudad de Quito, expedición en la que participo un ilustre prócer local llamado Pedro Vicente Maldonado; actualmente constituye uno de los principales centros de comercialización de artículos de primera necesidad y artículos en general para la ciudadanía de Riobamba. (Cardelús y Guijarro, 2009: p. 38)

1.11.2. Mercado Mariano Borja “La Merced”

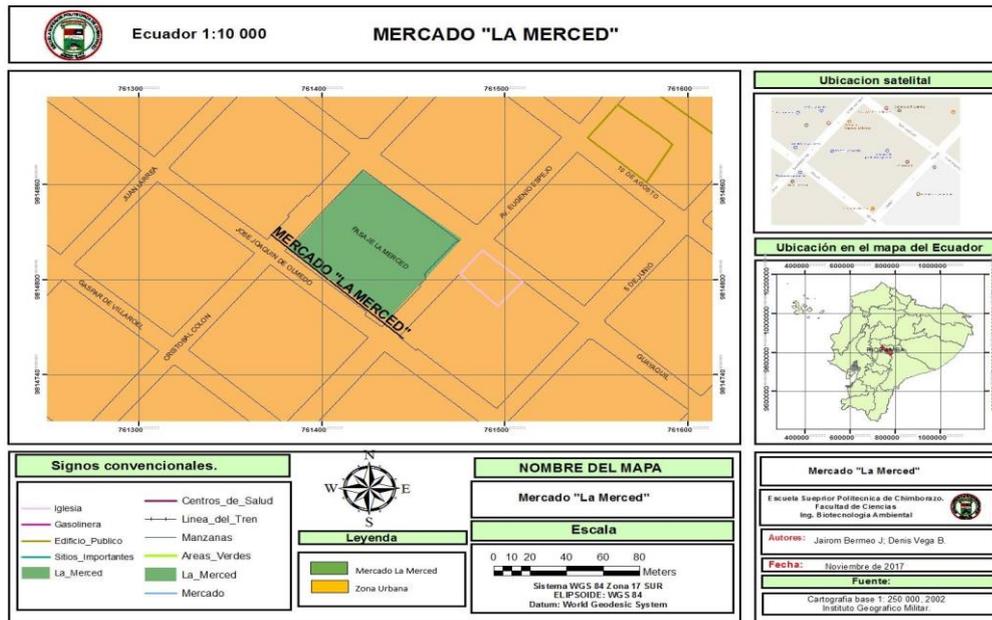


Fig. 4-1: Ubicación geográfica del Mercado La Merced

Fuente: Cartografía Base 1: 250 000, INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2002

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La plaza Mariano Borja era el sitio en el que los comerciantes de la plaza concepción expedían sus productos los días sábados, para lograr una mejor organización del espacio físico de la plaza, el 14 de agosto de 1921 la municipalidad extendió una ordenanza que dividía a la plaza en dos mitades, la primera destinada para las ventas ambulantes y la segunda mitad para dar los comerciantes de frutas, legumbres y más artículos. (Frey, 2015, p. 5)

Los señores Gualberto Pérez, Benicio Mejía y el Ing. Alfredo Tinajero realizaron una propuesta para la construcción de un edificio de mercado el 25 de abril de 1923, la cual fue aprobada por el concejo de la ciudad, el mismo concejo ordenó que en esta feria de los días sábados se comercialicen productos como misiones, tubérculos, cuero, aves de corral, lanas, tejidos y más. (Frey, 2015, p. 5)

Al no lograr un acuerdo en el contrato con el Ing. Tinajero y sumándose mezquinas conveniencias particulares que retrasaron la construcción del mercado el concejo no podía permitir otro fracaso aprobando en sesión del 12 de septiembre de 1938 la única propuesta presentada por la Sociedad Técnica de Construcciones RAVEL para la construcción de un edificio de 1125 m² por un valor de 112 mil sucres. (Frey, 2015, p. 5)

En el año de 1999 el mercado Mariano Borja fue rehabilitado y ampliamente transformado por la administración de Abraham Romero, el fin era convertirlo en un punto de atracción de la ciudad promoviendo el turismo gastronómico mediante la venta de comidas típicas de la ciudad. (Frey, 2015, p. 5)

En la actualidad el mercado La Merced, es popular y turísticamente reconocido ya que tiene como principal atractivo “el hornado más rico del Ecuador”, y los famosos “Rompenucas” jugos naturales elaborados con hielo del volcán Chimborazo entregado personalmente por el Dr. Honoris Causa Baltazar Ushca conocido mundialmente como el “Último hielero del Chimborazo”, estos populares platillos han sido reconocido un gran número de veces con premios tanto a nivel nacional como internacionalmente, siendo incluido en las guías turísticas internacionales y recomendado para que propios y extraños puedan disfrutar de la tradición, el sabor y la cultura que ofrece este mercado histórico. (Diario EL TELÉGRAFO, 2014)

1.11.3. Mercado Simón Bolívar “San Alfonso”

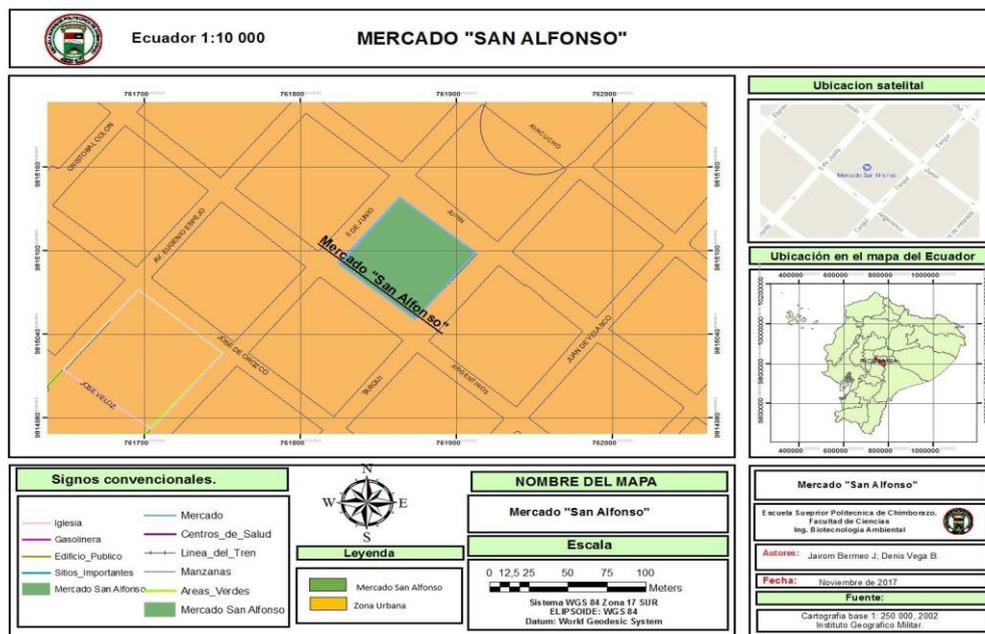


Fig. 5-1: Ubicación geográfica del Mercado San Alfonso

Fuente: Cartografía Base 1: 250 000, INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2002

Realizado por: BERMEO, Jairom; & VEGA Denis, 2017

Esta plaza tiene sus inicios en el año 1921 cuando fue destinada como un sitio para la venta de materiales de construcción, esta actividad generó quejas y malestar en la ciudadanía debido a la

presencia de animales de carga de leña, carbón y más; durante los días de feria. Lo cual ocasiono el retiro de la feria del lugar, pero en el año de 1947 por petición de los mismos moradores la feria regreso los días miércoles y viernes, pero ya la plaza contaba con hileras de quioscos. (Frey, 2015, p. 5)

En 1968 se instauró el edificio del mercado San Alfonso, instalando en la planta alta los almacenes de la Empresa Nacional de Productos Vitales (ENPROVIT) y en la planta baja negocios de comida. La plaza contaba con canchas deportivas las cuales fueron reemplazadas por puestos comerciales luego de que el municipio colocara la cubierta en 1980. Aquí también funcionaba el antiguo terminal a Baños y Penipe, el mismo que fue trasladado a “Plaza de las Gallinas” y se mantiene hasta la fecha. (Frey, 2015, p. 5)

En la actualidad el Mercado San Alfonso ocupa un lugar primordial en el centro histórico de la ciudad de Riobamba rodeado por Iglesia y Convento San Alfonso, la Iglesia de los Redentoristas y el Colegio de las Madres Marianas. (Frey, 2015, p. 5)

1.11.4. EP-EMMPA: Empresa Pública Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba

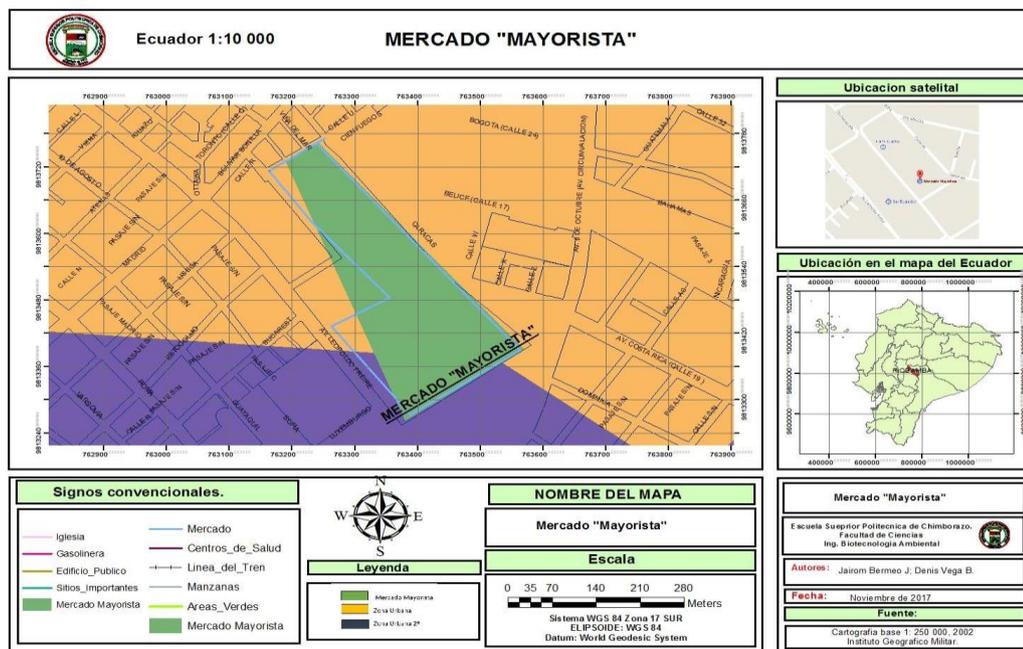


Fig. 6-1: Ubicación geográfica del Mercado Mayorista

Realizado por: BERMEO, Jairom; & VEGA Denis, 2017

Fuente: Cartografía Base 1: 250 000, INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2002

Surge en enero del 2003 como la primera empresa municipal, teniendo como prioridad la autogestión. Con el objetivo de descongestionar mercados como la Condamine, el EP-EMMPA empezó la construcción por administración directa desde mediados del 2001 y se constituyó como un modelo de emprendimiento a seguir para otros países de América Latina. (DIARIO LA PRENSA, 2004, p.5)

Como principal obstáculo estaba el temor de los comerciantes a cambiar de plaza, pero la necesidad de descongestionar los mercados y poder brindar una mejor organización a la distribución de productos de primera necesidad representaba la creación de la EMMPA como personería un 3 de junio del año 2002 vía ordenanza No. 12, más tarde sería reformada con fecha 26 de noviembre del 2003. Goza con personería jurídica propia; autónoma, administrativa, financiera y patrimonial. (DIARIO LA PRENSA, 2004, p.5)

Actualmente la EMMPA ha recibido reconocimientos a nivel nacional e internacional por su mejoramiento institucional y los beneficios que brindo a la ciudadanía de Riobamba, entre ellos una mejora en la atención a los clientes, mejor oferta de productos, aumento de plusvalía en el sector donde se trasladaron los productores, entre otros. (DIARIO LA PRENSA, 2004, p.5)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Población de Estudio

Se determinó como población a los principales mercados de la ciudad de Riobamba propuestos en nuestro estudio de acuerdo con facilidades estratégicas y económicas: Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba, Centro Comercial Popular La Condamine, Mercado Mariano Borja “La Merced” y Mercado Simón Bolívar “San Alfonso”.

2.2. Tamaño de Muestra

Utilizando el muestreo aleatorio estratificado se cubrió las zonas de relevancia de los mercados y se estableció como número mínimo de muestras para el estudio estadístico en 3 tubos pasivos por cada contaminante para cada uno de los mercados tomados como población de estudio, con excepción del Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba en el que se instalaron 6 muestreadores pasivos por cada contaminante por ser el más extenso de la ciudad y con el fin de monitorear toda la superficie. (Casal y Mateu, 2003)

2.3. Selección de Muestra

La ubicación de los puntos de medición de contaminantes atmosféricos se realizó de manera aleatoria dentro de los mercados y se tomó coordenadas de georreferenciación:

TABLA 1-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el CCP.
La Condamine

CONTAMINANTE	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS	
		X	Y
NO ₂	P1	760731	9814854
	P2	760745	9814919
	P3	760774	9814935
SO ₂	P1	760734	9814927
	P2	760679	9814895
	P3	760729	9814866
O ₃	P1	760737	9814959
	P2	760793	9814898
	P3	760743	9814922

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

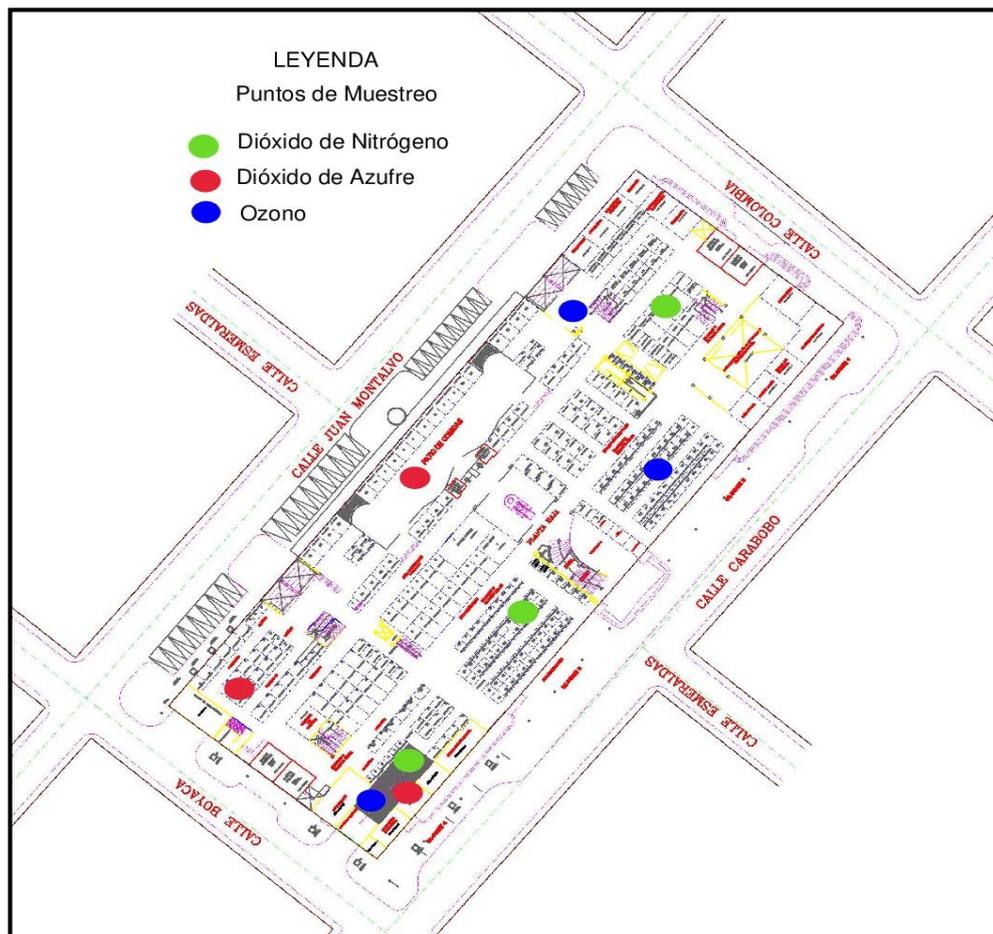


Fig. 1-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el CCP. La Condamine.

Fuente: Dirección de Ordenamiento Territorial GADM-R, 2017

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

TABLA 2-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el Mercado La Merced

CONTAMINANTE	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS	
		X	Y
NO ₂	P1	761459	9814809
	P2	761443	9814835
	P3	761426	9814840
SO ₂	P1	761461	9814819
	P2	761427	9814822
	P3	761415	9814849
O ₃	P1	761424	9814856
	P2	761421	9814832
	P3	761432	9814825

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

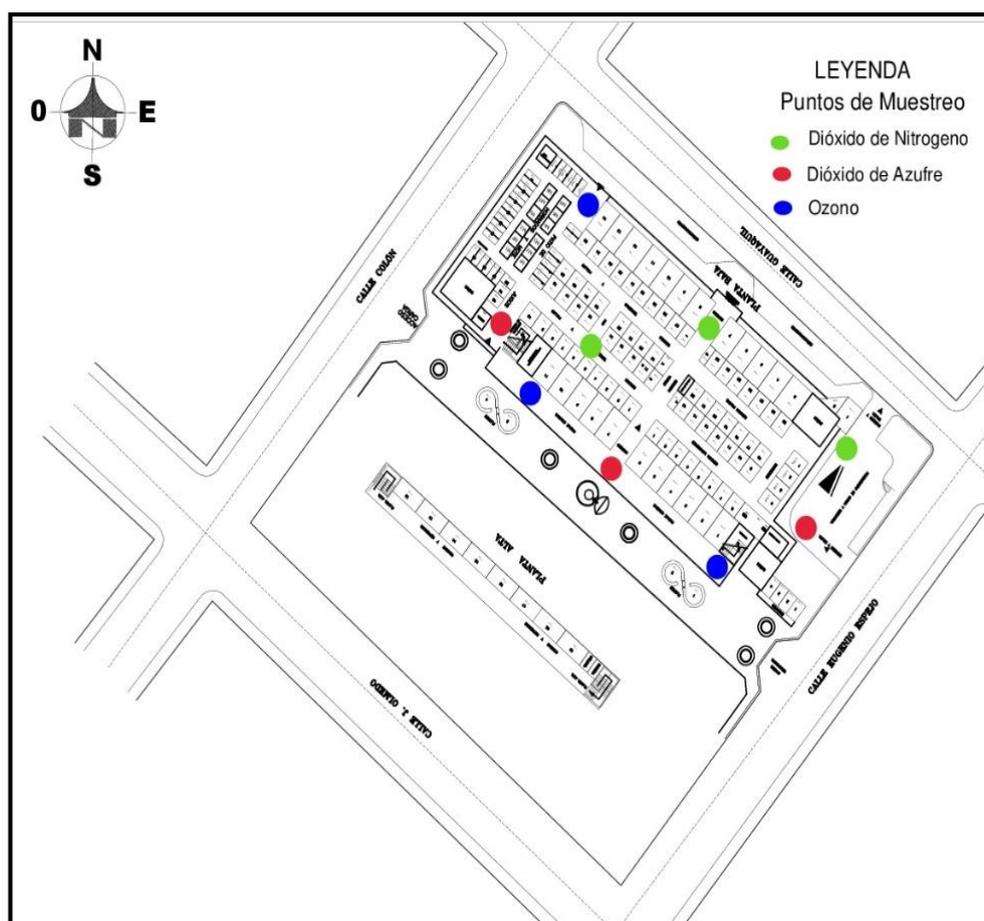


Fig. 2-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el Mercado La Merced.

Fuente: Dirección de Ordenamiento Territorial GADM-R, 2017

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

TABLA 3-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el Mercado San Alfonso

CONTAMINANTE	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS	
		X	Y
NO ₂	P1	761864	9815052
	P2	761873	9815101
	P3	761835	9815095
SO ₂	P1	761876	9815073
	P2	761866	9815084
	P3	761852	9815118
O ₃	P1	761872	9815087
	P2	761847	9815066
	P3	761850	9815107

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

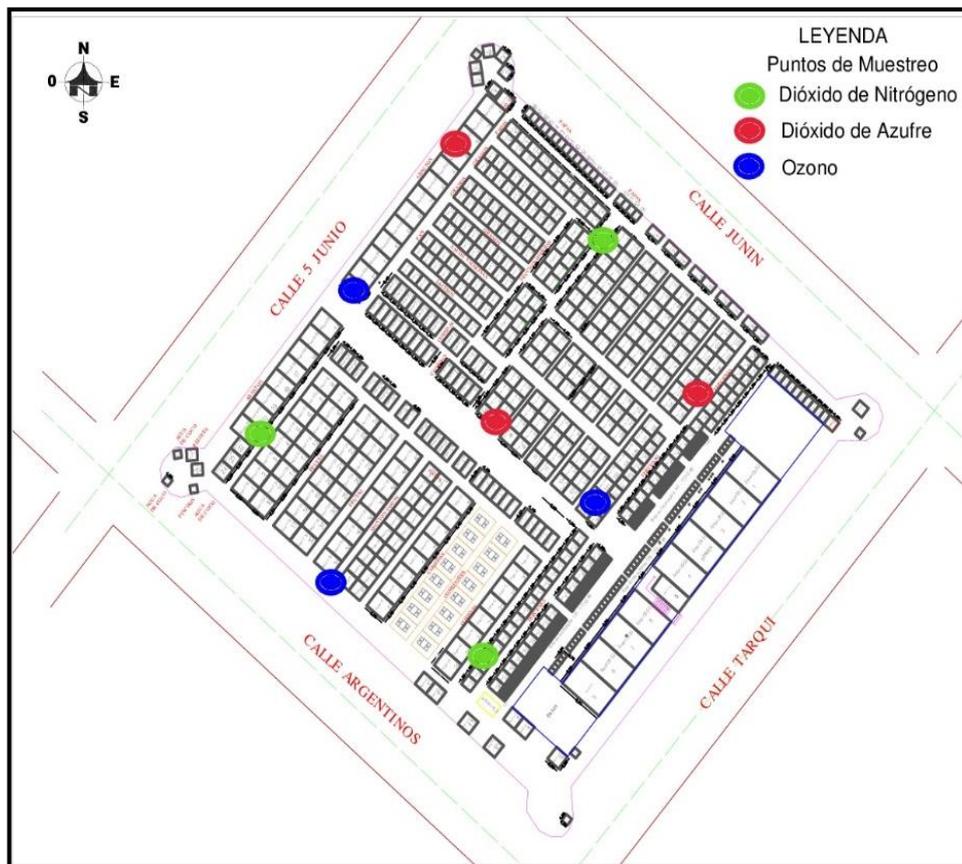


Fig. 3-2: Ubicación de los puntos muestreo en el Mercado San Alfonso.

Fuente: Dirección de Ordenamiento Territorial GADM-R, 2017

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

TABLA 4-2: Coordenadas de los puntos de monitoreo en el EP-EMMPA

CONTAMINANTE	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS	
		X	Y
NO ₂	P1	763400	9813451
	P2	763361	9813525
	P3	763293	9813651
	P4	763458	9813361
	P5	763409	9813341
	P6	763336	9813366
SO ₂	P1	763402	9813313
	P2	763433	9813477
	P3	763434	9813394
	P4	763371	9813394
	P5	763338	9813510
	P6	763261	9813636
O ₃	P1	763380	9813360
	P2	763370	9813310
	P3	763458	9813396
	P4	763409	9813463
	P5	763355	9813588
	P6	763252	9813641

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

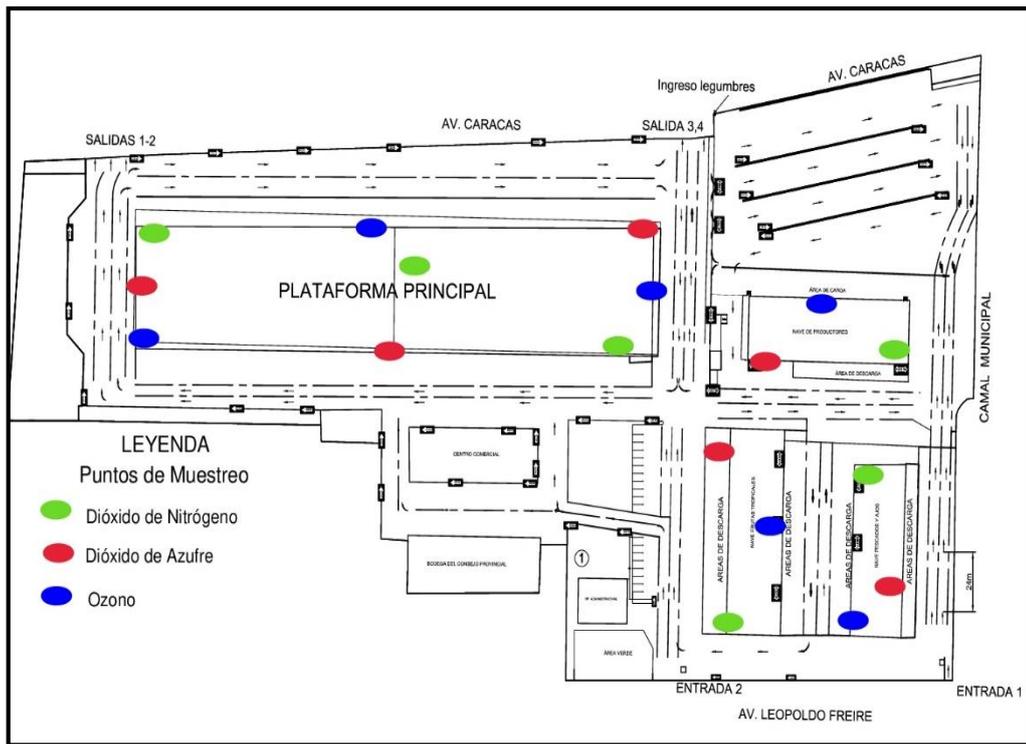


Fig. 4-2: Ubicación de los puntos de muestreo en el Mercado Mayorista.

Realizado por: BERMEJO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

Fuente: Departamento de Gestión Administrativa EP-EMMPA, 2017

2.4. Técnicas de Recolección de Datos

Para la obtención de información nos basamos en dos técnicas, la observación sistemática y la realización de un inventario para los sitios de muestreo en cada mercado.

2.5. Tipo de Investigación

Aplicada

2.6. Nivel

Descriptivo

2.7. Diseño de la Investigación

No Experimental

2.8. Método de muestreo

Aleatorio Estratificado

2.9. Elaboración de Muestreadores Pasivos

La metodología de muestreo pasivo que se utilizó consiste en 3 fases principales que son, la preparación del tubo muestreador, la exposición-recolección de los tubos de muestreo y por último, el análisis de los tubos por espectrofotometría UV-Visible.

La preparación de los tubos que se utilizaron como muestreadores pasivos se realizó en el Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH a cargo de la Dra. Patricia Layedra.

Se utilizó tubos de polipropileno de 75mm x 12mm (alto x ancho), los tubos permanecieron tapados y en refrigeración hasta ser trasladados a los puntos de muestreo (Jiménez y Rojas, 2011: p. 47)

El monitoreo se realizó en periodos de 7 días, durante 5 semanas entre los meses de agosto y septiembre del año 2017, los muestreadores que ya finalizaron su periodo de monitoreo fueron retirados y transportados al Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH a cargo del Lic. Fausto Tapia para su análisis final.

2.9.1. Muestreadores para Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

Materiales y Reactivos

- ✓ Balanza digital
- ✓ Pipeta de 10 ml
- ✓ Vaso de precipitación 500 ml
- ✓ Vaso de precipitación 1000 ml
- ✓ Frasco ámbar de 1 l
- ✓ Cooler
- ✓ Hielo
- ✓ Guantes, mandil y mascarilla
- ✓ Trietanolamina. (TEA)
- ✓ N-butanol.
- ✓ Agua destilada.

Preparación del tubo de muestreo

Para empezar, se preparó el líquido absorbente que se colocó dentro de los tubos. Primero se pesó 15g de trietanolamina y se diluyó en 500 ml de agua destilada, a esta dilución se añadió 3 ml de solución N-butanol y se realizó una mezcla homogénea. Seguidamente se aforó con agua destilada hasta 1 litro. Es recomendable mantener el reactivo preparado en una botella ámbar y bajo refrigeración. Finalmente se colocó 3,5 ml del reactivo preparado en cada tubo que fue colocado en los puntos de muestreo (Manrique y Ossa, 2010)

2.9.2. Muestreadores para Dióxido de Azufre (SO_2)

Materiales y Reactivos

- ✓ Balanza digital
- ✓ Pipeta de 10 ml

- ✓ Vaso de precipitación 500 ml
- ✓ Frasco ámbar
- ✓ Guantes, mandil y mascarilla
- ✓ Trietanolamina. (TEA)
- ✓ N-butanol.
- ✓ Agua destilada.

Preparación del tubo de muestreo

Se preparó el líquido absorbente que se colocó en los tubos muestreadores, el cual consistió en una solución de trietanolamina debido a que los dióxidos de azufre son absorbidos sobre TEA en forma de sulfatos (Cifuentes, 2014, p. 36). Primero se pesó 7,5 g de trietanolamina y se diluyó en 250 ml de agua destilada, a esta dilución se añadió 1.5 ml de solución N-butanol y se realizó una mezcla homogénea, el N-butanol actúa como surfactante; seguidamente se aforó con agua destilada hasta 500 ml. Es recomendable mantener el reactivo preparado en una botella ámbar y bajo refrigeración. Finalmente se colocó 3,5 ml del reactivo preparado en cada tubo y se colocó en los puntos de muestreo. (Manrique y Ossa, 2010; Guerra, 2010)

2.9.3. Muestreadores para Ozono (O₃)

Materiales y Reactivos

- ✓ 1,2 di (4 piridil) etileno (DPE)
- ✓ Ácido Acético glacial
- ✓ Etilenglicol
- ✓ Agua destilada
- ✓ Guantes, mandil, mascarilla
- ✓ Papel filtro de fibra de vidrio
- ✓ Vaso de precipitación de 25 ml
- ✓ Pipeta de 5 ml
- ✓ Pipeta automática de 1 ml

- ✓ Vidrio reloj
- ✓ Balanza digital

Preparación del tubo de muestreo

Se realizó la preparación de una solución portadora que monitorea el contaminante O₃, para esto se pesó 0.5 g de DPE (1,2 di (4 piridil) etileno) y se diluyó en 6,25 ml de ácido acético (grado analítico), se agregó 1,25 ml de etilenglicol y 0,83 ml de agua destilada. Se cortó el papel filtro de fibra de vidrio en cuadros de 1 cm x 1 cm para sumergirlos en la solución preparada, se dejó que los cuadritos se empapen bien y luego se esperó el tiempo necesario hasta que sequen por completo (se puede ayudar al secado introduciendo los cuadritos en la estufa a 30° C, pero el secado final debe ser a temperatura ambiente). (Barros y Quezada, 2006: pp. 104-105)

Los tubos muestreadores fueron de color azul oscuro, con el fin de evitar la inferencia de la luz con la solución, los cuadritos secos con la solución portadora fueron introducidos en los tubos muestreadores a más o menos $\frac{3}{4}$ de profundidad de manera que queden en forma perpendicular al tubo y permanecieron en refrigeración hasta el momento de su exposición en los puntos de muestreo. (Barros y Quezada, 2006: pp. 104-105)

También se construyó 5 tubos muestreadores adicionales, con el fin de colocar un blanco en cada mercado y un blanco en el laboratorio, esto fue necesario dado que la técnica requiere de las lecturas de blancos para utilizar en la fórmula empírica para el cálculo de concentración de ozono. (Barros y Quezada, 2006: pp. 104-105)

2.10. Exposición y recolección de tubos pasivos

La altura del muestreador debe estar entre 1,5 m. y 4 m. sobre el nivel del piso, para estimar exposiciones potenciales del ser humano y por factores como el vandalismo se prefiere instalar entre 2,5 m. y 3 m. (Inche, 2004, p. 73).

Los tubos de muestreo pasivo fueron transportados en refrigeración y tapados, en caso de los tubos para monitoreo de O₃ también se protegió de la incidencia de luz solar hasta el momento de su exposición; al llegar al sitio designado para colocar el tubo pasivo, se retiró la tapa de cada muestreador para que cada uno actúe con el contaminante circundante. Al retirar el tubo se volvió a tapar nuevamente y mantener en refrigeración hasta el regreso al laboratorio donde fueron analizados (Swisscontact, 2001)

Se colocó todos los tubos muestreadores en cada mercado, 3 tubos por cada contaminante en todos los mercados con excepción del Mercado Mayorista en donde se colocó 6 tubos por cada contaminante, apuntando las coordenadas geográficas de localización (UTM) y posteriormente cada 7 días se retiró estos y se colocó nuevamente otros tubos en el mismo punto, logrando así 5 repeticiones en el mismo punto para cada contaminante.

Se etiquetó cada tubo muestreador señalando, el mercado al que pertenecía, el periodo de muestreo destinado (Semana 1,2,3,4, 5) el contaminante que monitorea (NO₂, SO₂, O₃) y el punto en el que sería colocado (P1, P2, P3, P4, P5, P6)

De acuerdo con el método de muestreo utilizado se dividió los mercados en sectores, es decir se tomó en cuenta algunos factores que podrían ser significativos en la presencia de contaminantes y se instaló los muestreadores tratando de cubrir toda la superficie de cada mercado. Se instaló tubos de monitoreo en, parqueaderos, sitios de expendio de comida, en el caso del mercado mayorista se colocó un tubo muestreador para cada contaminante en todas las naves. (Casal y Mateu, 2003)

2.11. Análisis de muestreadores pasivos

2.11.1. Análisis de muestreadores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

Una vez que finalizó el periodo de muestreo de los tubos pasivos estos fueron analizados en el laboratorio para obtener los resultados de NO₂ en los mercados estudiados.

Materiales y Reactivos

- ✓ Balanza digital
- ✓ 2 pipetas de 1 ml
- ✓ 2 probetas de 100 ml
- ✓ Tubos muestreadores (recogidos después del periodo de monitoreo)
- ✓ Guantes, mandil, mascarilla
- ✓ Espectrofotómetro UV-Visible
- ✓ Naftilamina
- ✓ Agua destilada
- ✓ Ácido acético
- ✓ Ácido sulfanílico

Pruebas Colorimétricas

Para empezar, se realizó una prueba de color que indicaría la presencia de NO_2 en las muestras, para esta prueba se prepararon 2 reactivos a los cuales llamamos: Reactivo I.- se diluyó 0.4 g de Naftilamina en 80 ml de ácido acético. Reactivo II.- se diluyó 0.64 g de ácido sulfanílico en 80 ml de ácido acético. (Periago, Ma. Jesús, et al., 2008)

Se añadió 0,5 ml de cada reactivo de color en todos los tubos muestreadores y estos presentaron un cambio de coloración a rosado, con variación de tono claro a oscuro. Luego de la reacción colorimétrica se procede a medir las Absorbancias en un espectrofotómetro UV-Visible a una longitud de onda de 540 nm. (Periago, Ma. Jesús, et al., Murcia, 2008)

Método para obtener la concentración de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Se utilizó una curva de calibración para poder relacionar nuestras absorbancias con la concentración de nitrito en el tubo. Los datos para la curva de calibración fueron los siguientes:

TABLA 5-2: Relación entre absorbancia - concentración de nitritos en el tubo

DISOLUCIÓN ESTÁNDAR	CONCENTRACIÓN DE CALIBRACIÓN ESTÁNDAR (ug/ml)	CONCENTRACIÓN DE NITRITO EN EL TUBO (ug/ml)	ABSORBANCIA A 540 nm
A	60	0,741	1,05
B	30	0,37	0,54
C	15	0,185	0,27
BLANCO	0	0	0

Fuente: Borge, et al., 2015

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

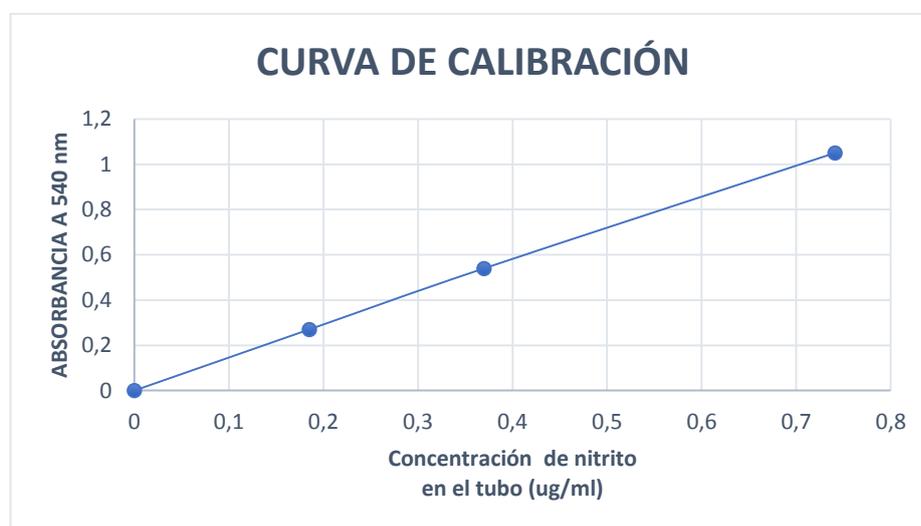


Gráfico 1-2: Curva de calibración utilizada para NO₂

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

El cálculo de la concentración de nitrito en tubo se realizó mediante una regla de 3 que relaciona la curva de calibración con la absorbancia de la muestra: (Borge, et al., 2015)

$$C2 \text{ (ug/ml)} = \frac{C1 * Abs 2}{Abs 1} \quad [\text{Ec. 1-2}]$$

Donde:

Abs1 = Absorbancia en la curva de calibración

C1 = Concentración correspondiente a la absorbancia 1 en la curva de calibración

Abs2 = Absorbancia de la muestra

C2 = Concentración de nitrito en el tubo

A continuación, se calculó la masa de los nitritos contenida en cada en los tubos muestreadores con la siguiente fórmula: (Borge, et al., 2015)

$$m \text{ (ug)} = C2 * V \quad [\text{Ec. 2-2}]$$

Donde:

m (ug)= masa de nitritos en el tubo.

C2 (ug/ml) = concentración obtenida mediante la regla de tres.

V (ml)= volumen de los reactivos de color añadido.

Finalmente se realizó el cálculo de la concentración de NO₂ en el ambiente: (Borge, et al., 2015)

$$C = \frac{m * L}{D_{12} * A * t} \quad [\text{Ec. 3-2}]$$

Donde:

C (ug/m³) = concentración de NO₂ en el ambiente

m (ug) = masa de nitritos

L (m) = longitud del tubo

D₁₂ (m²/s) = coeficiente de difusión entre NO₂-Aire

A (m²) = área transversal del tubo

t (s) = periodo de muestreo

2.11.2. Análisis de muestreadores de Dióxido de Azufre (SO₂)

Luego del periodo de muestreo los tubos pasivos fueron analizados en el laboratorio para obtener los resultados de la concentración de SO₂ en los mercados estudiados.

Materiales y Reactivos

- ✓ Balanza digital
- ✓ 2 pipetas de 10 ml
- ✓ Balón de aforo de 25 ml
- ✓ Tubos muestreadores (recogidos después del periodo de monitoreo)
- ✓ Guantes, mandil, mascarilla
- ✓ Espectrofotómetro UV-Visible
- ✓ Cloruro de Bario
- ✓ Ácido Clorhídrico
- ✓ Agua destilada

Preparación de solución para el análisis de los muestreadores

Se realizó una reacción de la muestra contenida en los tubos muestreadores con una solución saturada de cloruro de bario, esta reacción da lugar a la formación de Sulfato de Bario (Cifuentes, 2014, p. 36-37).

La solución sobresaturada de cloruro de bario se realizó aforando 6g de cloruro de bario en 25 ml de agua destilada luego se añadió 1 ml de esta solución a los tubos muestreadores, se agregó 0,5 ml de ácido clorhídrico para eliminar interferencias, se dejó reposar por 5 minutos para que se dé la reacción y por último se determinó las absorbancias en el espectrofotómetro UV-Visible a una longitud de onda de 420nm. (Cifuentes, 2014, pp. 36-37).

Método para obtener la concentración de SO₂ (ug/m³)

Se pudo determinar la concentración de SO₂ en los tubos muestreadores comparando la lectura de las absorbancias obtenidas con una curva de calibración, la cual presentaremos a continuación:

TABLA 6-2: Relación entre absorbancia - concentración de sulfatos en el tubo

Concentración teórica de sulfatos (mg/L)	Promedios de las Absorbancias
0,5	0,013
1,25	0,023
2,5	0,048
5	0,106

Fuente: Cifuentes, 2014

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

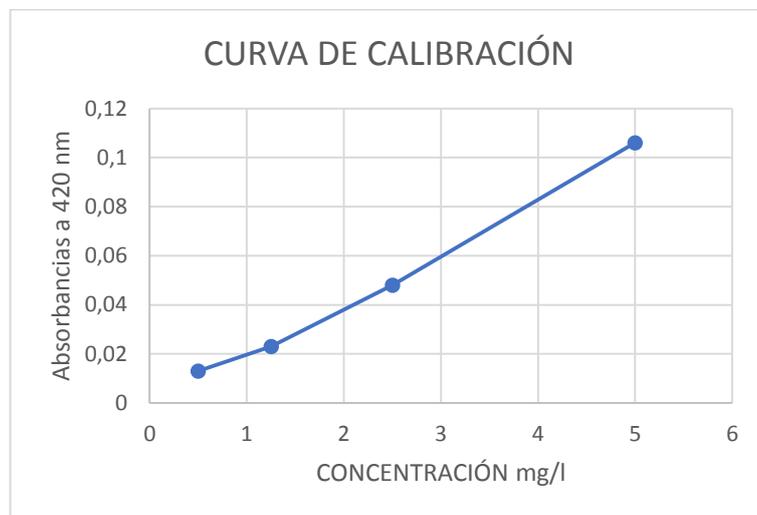


Gráfico 2-2: Curva de calibración utilizada para SO₂

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

Se utilizó los valores de la curva de calibración para calcular la presencia de sulfatos en los tubos muestreadores:

$$C2 \text{ (ug/ml)} = \frac{C1 * Abs 2}{Abs 1} \quad [\text{Ec. 4-2}]$$

Donde:

Abs1 = Absorbancia en la curva de calibración

C1 = Concentración correspondiente a la absorbancia 1 en la curva de calibración

Abs2 = Absorbancia de la muestra

C2 = Concentración de sulfatos en el tubo

Seguidamente se estimó la masa de sulfatos con la siguiente fórmula: (Guerra, 2010)

$$m \text{ SO}_x = C_2 * V \quad [\text{Ec. 5-2}]$$

Donde:

m (ug)= masa de sulfatos en el tubo

C₂ (mg/l) = Concentración de SO_x en el tubo

V (l)= volumen de los reactivos de color

Con estos datos se pudo estimar la concentración de SO₂ en el Ambiente. (Guerra, 2010)

$$CSO_2 \text{ (ug/m}^3\text{)} = \frac{mSO_x}{Q_k * t} * 10^6 \quad [\text{Ec. 6-2}]$$

Donde:

CSO₂ (ug/m³) = Concentración de SO₂ en el ambiente.

mSO_x (ug) = masa de sulfatos en el tubo

Q_k (119 min/ml) = Valor de la frecuencia de muestreo

t (min) = tiempo de exposición.

2.11.3. Análisis de muestreadores de Ozono (O₃)

Después que los tubos muestreadores finalizaron su periodo de exposición (7 días), estos fueron recolectados y trasladados al laboratorio para iniciar la determinación de concentración del O₃, el procedimiento utilizado será descrito a continuación, así como los materiales necesarios para el análisis.

Materiales y Reactivos

- ✓ Balanza digital
- ✓ Frasco de vidrio ámbar de 500 ml
- ✓ Tubos de ensayo con tapa (1/cada tubo muestreador)

- ✓ Gradilla
- ✓ Pipeta de 10 ml
- ✓ Pinza pequeña
- ✓ Centrifuga
- ✓ Espectrofotómetro UV-Visible
- ✓ Guantes, mandil y mascarilla
- ✓ Ácido Acético Glacial
- ✓ MBTH (3 metil-2-benzotiazolina hidrazona hidrocloreuro)
- ✓ Agua destilada

Preparación de solución para el análisis de los muestreadores

Inicialmente se trabajó con la solución de color que reaccionaría con el O₃ presente en el tubo muestreador para poder analizarlo. Para empezar, se preparó una solución de ácido acético glacial al 75% es decir, 75 ml de ác. Acético + 25 ml de agua destilada; se pesó 200 mg de MBTH y se diluyó en la solución preparada anteriormente. (Barros y Quezada, 2006: pp. 114-115)

Se identificó los tubos de ensayo a utilizar, con su respectivo tubo muestreador. Seguidamente se añadió 3ml de la solución de color a cada tubo de ensayo, con una pinza pequeña se retiró cuidadosamente el papel filtro contenido dentro del muestreador y se lo colocó en el tubo de ensayo que contenía la solución de color. Se dejó reposar por 30 min con el fin de que se dé la reacción, agitando suavemente el tubo de ensayo cada 5 minutos, fue necesario centrifugar a 3500 rpm durante 5 minutos. (Barros y Quezada, 2006: pp. 114-115)

Luego se procedió a medir las Absorbancias a 442nm en un espectrofotómetro UV-Visible. Con los blancos preparados se realizó el mismo procedimiento, el fin de esto es escoger la muestra de blancos que presente menor absorbancia para ser utilizada en la fórmula del cálculo de concentración. (Swisscontact, 2001)

Método para obtener la concentración de O₃ (ug/m³)

Es necesario contar con los datos de las absorbancias presentados por cada muestra y el blanco con el menor valor, de esta manera se puede aplicar la siguiente fórmula: (Swisscontact, 2001)

$$C = \frac{(mAbs \text{ muestra} - mAbs \text{ blanco})}{0,0255 * t \text{ muestreo}} \quad [\text{Ec. 7-2}]$$

Donde:

C (ug/m³) = Concentración de ozono en el ambiente.

mAbs muestra = 1000*Absorbancia de la muestra

mAbs blanco = 1000*Absorbancia del blanco

t muestreo= tiempo de exposición (horas)

0,0255 = factor empírico que toma en cuenta la geometría del tubo pasivo.

2.12. Corrección de resultados

De acuerdo con el artículo 4.1.2.3 del acuerdo ministerial No. 050:

“Las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes criterio del aire deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectuaron dichas mediciones” (Ministerio del Ambiente, 2011)

La fórmula utilizada para el ajuste a condiciones locales está contenida en la misma norma y se utilizó para los 3 contaminantes estudiados.

TABLA 7-2: Datos para corregir las concentraciones de NO₂ y SO₂ a condiciones locales

DATOS PARA EL AJUSTE DE CONCENTRACIÓN NO ₂ Y SO ₂			
	FECHA	TEMPERATURA (K)	PRESIÓN (mm Hg)
SEMANA 1	09 - 16 AGOSTO	286	548.96
SEMANA 2	16 - 23 AGOSTO	286	548.7
SEMANA 3	23 - 30 AGOSTO	285	548.68
SEMANA 4	30 AGOSTO - 06 SEPTIEMBRE	286	549.49
SEMANA 5	06 - 13 SEPTIEMBRE	287	548.57

* Los datos de T y Presión fueron proporcionados por la estación meteorológica ESPOCH.

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

TABLA 8-2: Datos para corregir las concentraciones de O₃ a condiciones locales

DATOS PARA EL AJUSTE DE CONCENTRACIÓN O ₃			
	FECHA	TEMPERATURA (°K)	PRESIÓN (mm Hg)
SEMANA 1	30 AGOSTO - 06 SEPTIEMBRE	286	549.49
SEMANA 2	06 - 13 SEPTIEMBRE	287	548.57
SEMANA 3	13 - 20 SEPTIEMBRE	287	549.1
SEMANA 4	20 - 27 SEPTIEMBRE	286	548.63
SEMANA 5	27 SEPTIEMBRE - 4 OCTUBRE	287	547.98

* Los datos de T y Presión fueron proporcionados por la estación meteorológica ESPOCH.

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

FÓRMULA DE

AJUSTE A

CONDICIONES

REALES

$$C_c \Rightarrow C_o * \frac{760 \text{ mm Hg}}{P_{bl} \text{ mm Hg}} * \frac{(273, 15+t \text{ } ^\circ\text{C})^\circ\text{K}}{298 \text{ } ^\circ\text{K}} \quad [\text{Ec.8-2}]$$

Donde:

C_c (ug/m³) = Concentración corregida

C_o (ug/m³) = Concentración observada

P_{bl} = Presión atmosférica local

t °C = Temperatura local

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Concentración de Dióxido de Nitrógeno por semanas

3.1.1. Centro Comercial Popular La Condamine

TABLA 1-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO₂ en La Condamine

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO ₂ (ug/m ³)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	31,34	25,48	40,21	28,43	37,95
P2	33,99	34,81	19,76	33,27	30,55
P3	54,73	38,96	29,18	27,86	35,41

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

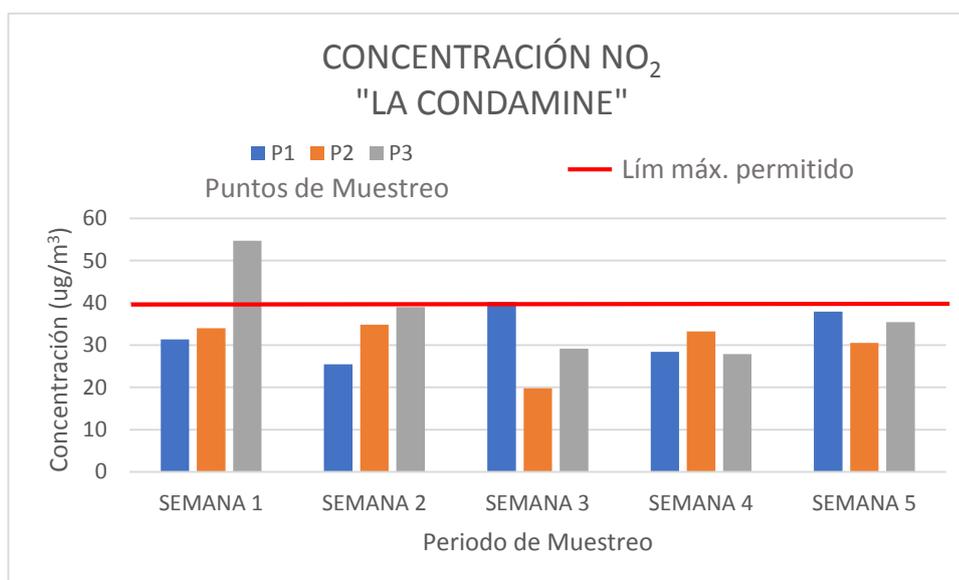


Gráfico 1-3: Representación de la concentración de NO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 1-3 muestra las diferentes concentraciones de dióxido de nitrógeno promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendidas a la fecha 09 de agosto hasta 13 de septiembre del 2017 situados en los diferentes puntos estratégicos en el CCP. LA CONDAMINE, donde se obtuvo que la concentración mayor se da en la semana 1, punto 3 con 54,73 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y con una concentración menor pero que también supera el límite 40,21 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) correspondiente a la semana 3, punto 1. El primer punto se encuentra cerca de la entrada principal y el segundo punto está ubicado en el sector del parqueadero. El dióxido de nitrógeno se forma al combinarse el nitrógeno presente en el aire y el carbono de los combustibles durante los procesos de combustión y oxidación (Aránguez, et al. 1999), por esta razón se considera que los puntos que sobrepasan los límites se deben a la influencia de los automóviles presentes tanto en las calles aledañas y los vehículos del parqueadero, de esta manera se generan gases tóxicos que tienen impacto sobre la salud, el ambiente e influyen en el calentamiento global.

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de nitrógeno los valores por un año deben ser no mayores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y por hora de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.1.2. Mercado La Merced

TABLA 2-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO_2 en la Merced

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	59,46	42,65	18,15	24,75	31,24
P2	58,88	39,43	36,88	25,67	40,27
P3	56,57	44,84	68,01	31,54	32,05

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

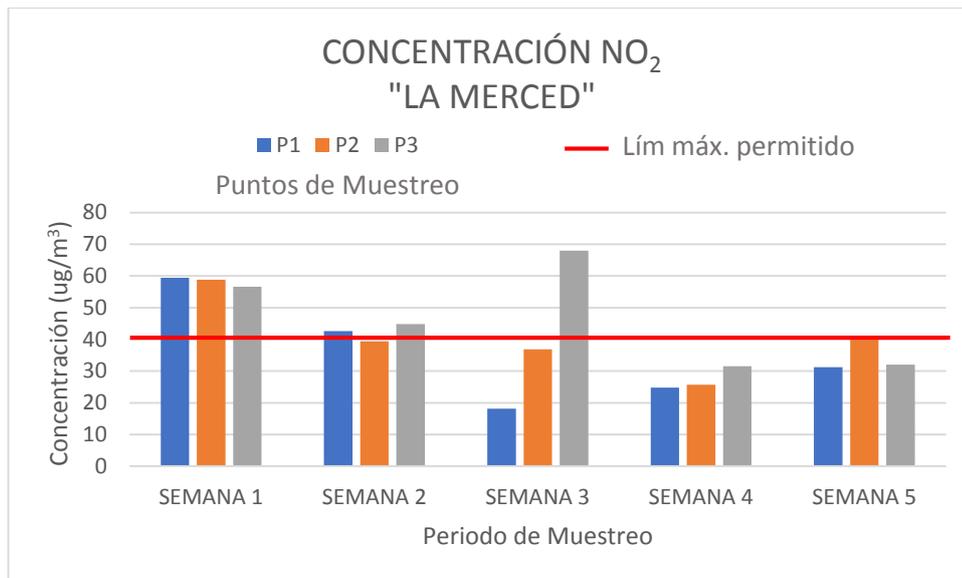


Gráfico 2-3: Representación de la concentración de NO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado La Merced

Realizado por: BERMEJO, Jairo; & VEGA Denis, 2017

El gráfico 2-3 nos muestra las diferentes concentraciones de dióxido de nitrógeno promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendida a la fecha 09 de agosto hasta 13 de septiembre del 2017 situados en los diferentes puntos estratégicos en el mercado LA MERCED, donde se obtuvo que las concentraciones que sobrepasan el límite permisible se da en la semana 1, punto 1 con 59,46 (µg/m³), punto 2 con 58,88 (µg/m³) y punto 3 con 56,57 (µg/m³). En la semana 2, punto 1 con 42,65 (µg/m³) y punto 3 con 44,84 (µg/m³), finalmente en la semana 3 punto 3 con 68,1 (µg/m³) y semana 5 punto 2 con 40,27 (µg/m³). Las emisiones de los gases de los automóviles son promotores para la formación de contaminantes como NO₂ y O₃ y la ubicación del mercado el centro de la ciudad lo vuelve considerablemente sensible al deterioro de la calidad ambiental debido a que su tiempo de exposición se prolonga durante todo el día implicando un gran riesgo al estar expuestas a contaminantes en concentraciones que son perjudiciales para la salud. (Fernández, 2005)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de nitrógeno los valores por un año deben ser no mayores a 40 µg/m³ y por hora de 200 µg/m³. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.1.3. Mercado San Alfonso

TABLA 3-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO₂ en San Alfonso

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO ₂ (ug/m ³)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	39,75	65,71	59,85	24,63	24,07
P2	41,25	51,64	58,70	23,37	50,56
P3	31,69	41,85	44,11	22,45	35,64

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

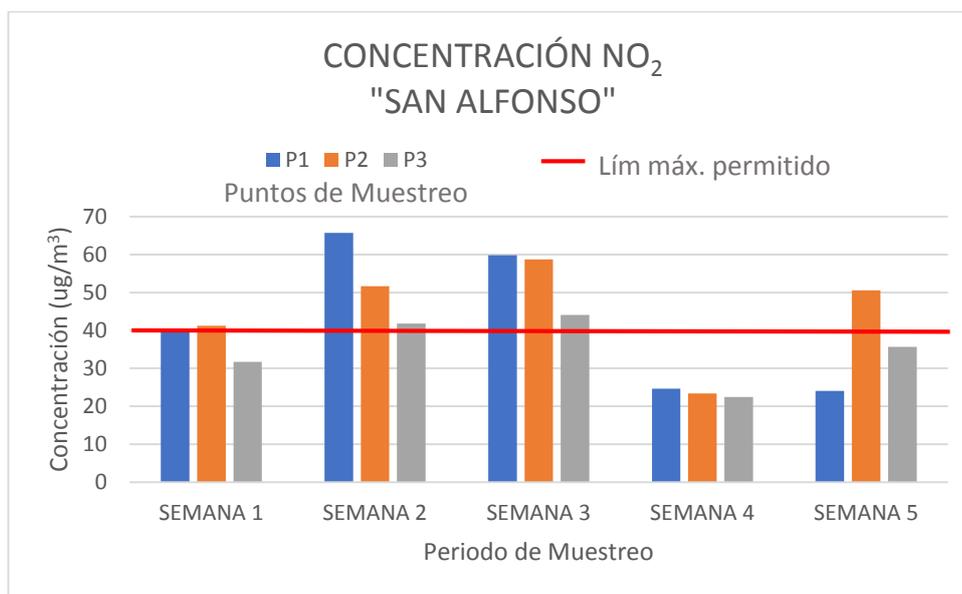


Gráfico 3-3: Representación de la concentración de NO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado San Alfonso

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En la gráfica 3-3 se muestra las diferentes concentraciones de dióxido de nitrógeno promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendida a la fecha 09 de agosto hasta 13 de Septiembre del 2017 situados en puntos estratégicos en el mercado SAN ALFONSO, donde se obtuvo que las concentraciones que sobrepasan el límite permisible se da en la semana 1, punto 2 con 41,25 (ug/m³); en la semana 2, punto 1 con 65,71 (ug/m³), punto 2 con 51,64 (ug/m³), y punto 3 con 41,85 (ug/m³); en la semana 3 punto 1 con 59,85 (ug/m³), punto 2 con 59,85 (ug/m³) y punto 3 con 44,11 (ug/m³) y en la semana 5 punto 2 con 50,56 (ug/m³). Se puede suponer que estas concentraciones elevadas se deben a que este mercado se encuentra en una de las zonas más transitadas tanto vehicular como peatonalmente, Fernández (2005) manifiesta que la gran acumulación de contaminantes en zonas centrales de las ciudades se debe a factores como el aumento de temperatura, insolación y construcciones que impiden el flujo de aire; todos estos

aspectos son esenciales para definir la calidad del aire desde el punto de vista ambiental y para conocer el peligro al que están expuestas un gran número de personas.

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de nitrógeno los valores por un año deben ser no mayores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y por hora de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.1.4. Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba

TABLA 4-3: Resultados semanales de las concentraciones de NO_2 en el EP-EMMPA

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	30,76	38,62	44,57	26,25	32,28
P2	21,20	26,17	34,00	26,59	25,22
P3	57,15	36,66	29,75	19,22	37,26
P4	36,76	32,51	40,32	25,21	31,47
P5	38,95	29,86	28,15	43,74	50,45
P6	48,39	66,29	47,33	32,58	33,09

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

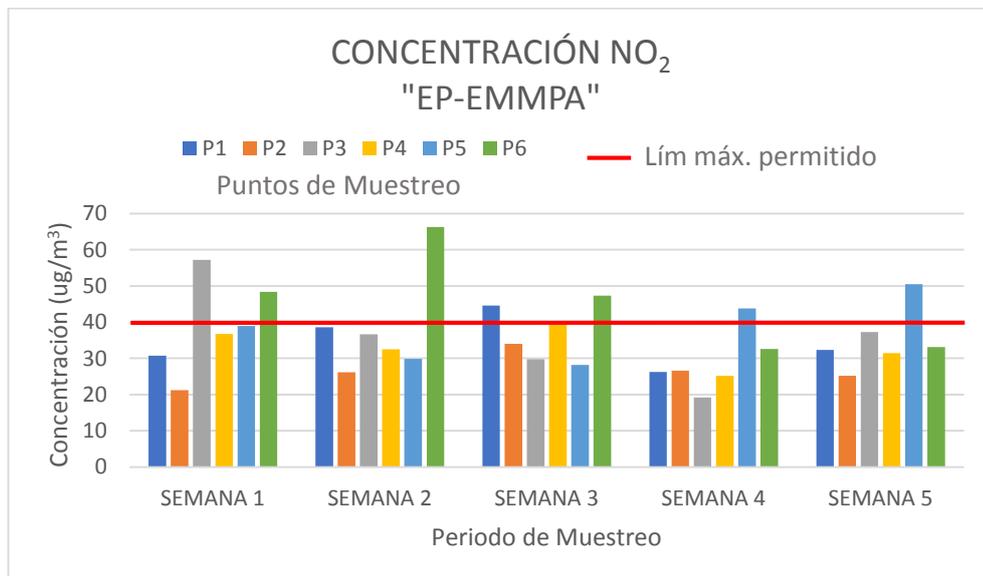


Gráfico 4-3: Representación de la concentración de NO_2 encontrada y el límite máximo permisible en el EP-EMMPA

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 4-3 muestra las diferentes concentraciones de dióxido de nitrógeno promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendidas a la fecha 09 de agosto hasta 13 de Septiembre del 2017 situados en los diferentes puntos estratégicos en el EP-EMMPA, donde se obtuvo que las concentraciones que sobrepasan el límite permisible se da en la semana 1, punto 3 con 57,15 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), punto 5 con 48,39 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); en la semana 2 se obtuvo el valor más alto de todas las semanas en el punto 5 con 66,29 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); en la semana 3 , punto 1 con 44,57 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) , punto 5 con 47,33 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); en la semana 4, punto 4 con 43,74 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); y semana 5 en el punto 4 con 50,45 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) . En este mercado tienen menor intervención los carros que transitan por las vías aledañas pero el foco de la fuente emisora podría tener lugar por los múltiples camiones que ingresan y salen con la carga de los diferentes productos a transportar, estos vehículos emiten mayor cantidad de gases debido a que la gran mayoría de combustiones generan óxidos nítricos los cuales se oxidan y fácilmente se convierten en óxidos de nitrógeno, siendo los más comunes el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) (Aránguez, 1999, p.4)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de nitrógeno los valores por un año no deben ser mayores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y por hora de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente, 2011 p.8)

3.2. Concentración de Dióxido de Azufre por semanas

3.2.1. Centro Comercial Popular La Condamine

TABLA 5-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO_2 en La Condamine

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	48.59	12.79	27.20	22.14	27.39
P2	28.13	21.31	54.40	27.25	18.83
P3	20.46	57.97	62.90	26.40	17.12

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

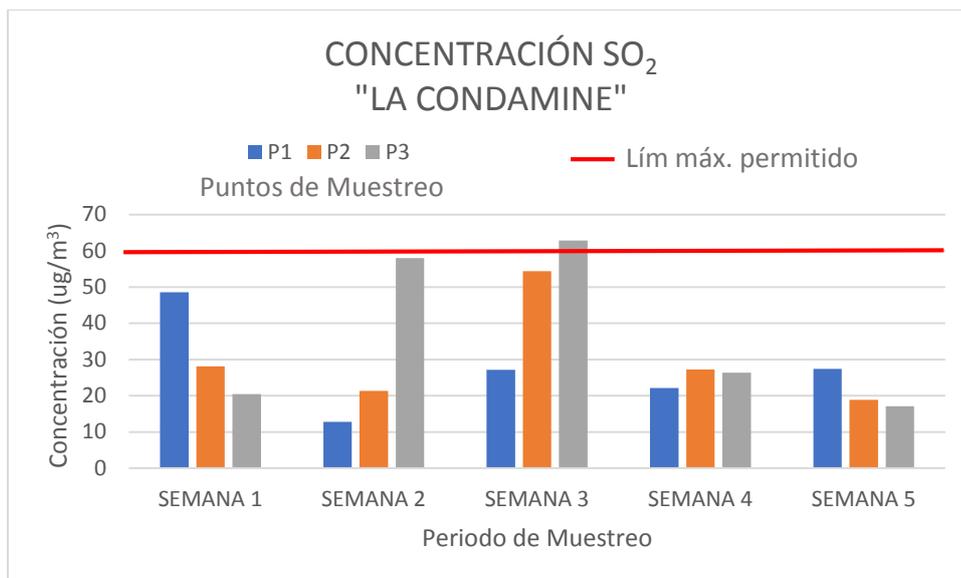


Gráfico 5-3: Representación de la concentración de SO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En la gráfica 5-3 se representa las diferentes concentraciones de dióxido de azufre promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendida a la fecha 09 de agosto hasta 13 de septiembre del 2017 situados en los diferentes puntos estratégicos en el mercado LA CONDAMINE, donde se obtuvo que la concentración mayor se da en la semana 3, punto 3 con 62,90 (ug/m³), esta sección pertenece al parqueadero ubicado en el subterráneo del mercado lugar de mayor incidencia vehicular por lo que se puede esperar estas concentraciones debido a que según estudios la emisión de contaminantes hacia la atmósfera viene en mayor medida del parque automotor dentro de las ciudades, como por ejemplo: en el año 2001 la ciudad de Barcelona (España) presentaba elevados índices de contaminación del aire y recibía un total de 83,5% procedente de los motores de vehículos. Entre estos contaminantes están CO, NO_x y SO₂. (Ramírez, Toro, Quiceno & Zuluaga, 2001)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de azufre los valores por un año deben ser no mayores a 60 µg/m³. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.2.2. Mercado La Merced

TABLA 6-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO₂ en la Merced

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE SO ₂ (ug/m ³)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	39.21	11.08	16.15	71.54	32.53
P2	46.89	80.13	43.35	45.14	52.22
P3	52.85	41.77	14.45	17.03	33.39

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

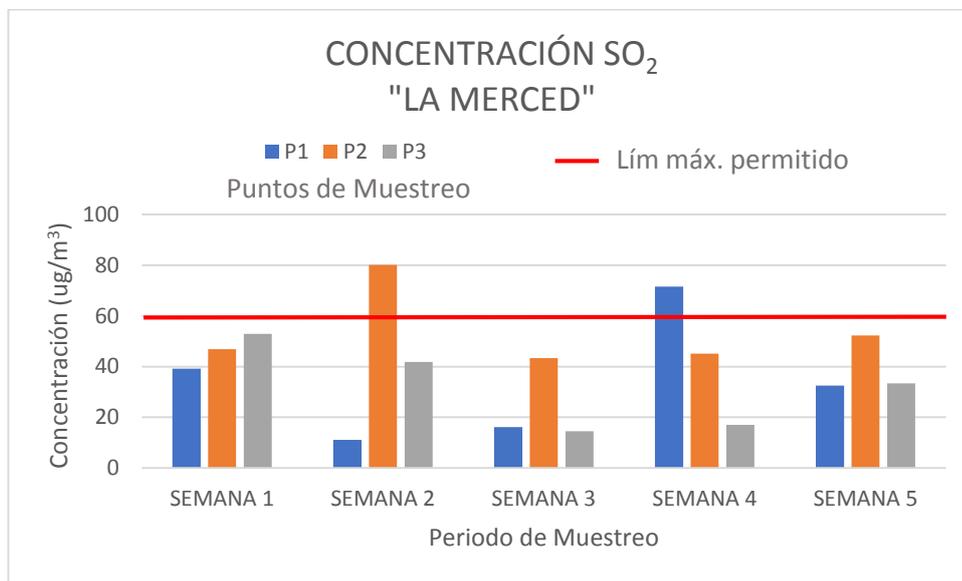


Gráfico 6-3: Representación de la concentración de SO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado La Merced

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En el gráfico 6-3 se observa la concentración de SO₂ durante las 5 semanas de muestreo donde se observa que los valores más altos en general se dan en el punto 2 pero sobresale en la semana 2 y semana 4 que es donde se obtuvo una concentración de 80,13 (ug/m³) y 71,54 (ug/m³) respectivamente, estos puntos se ven influenciados por vehículos exteriores e industrias pequeñas de la zona que aportan al incremento de la presencia de este contaminante ya según datos bibliográficos las zonas con presencia de contaminación máxima se influyen de gran manera por fuentes fijas y móviles como calderas, chimeneas y parqueaderos de automotores, (Chaparro y Rubiano, 2006: pp. 87-102)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de azufre los valores por un año deben ser no mayores a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.2.3. Mercado San Alfonso

TABLA 7-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO_2 en San Alfonso

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	34.95	63.08	41.65	23.00	77.90
P2	97.18	76.72	35.70	52.80	43.66
P3	52.85	42.62	29.75	58.77	44.52

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

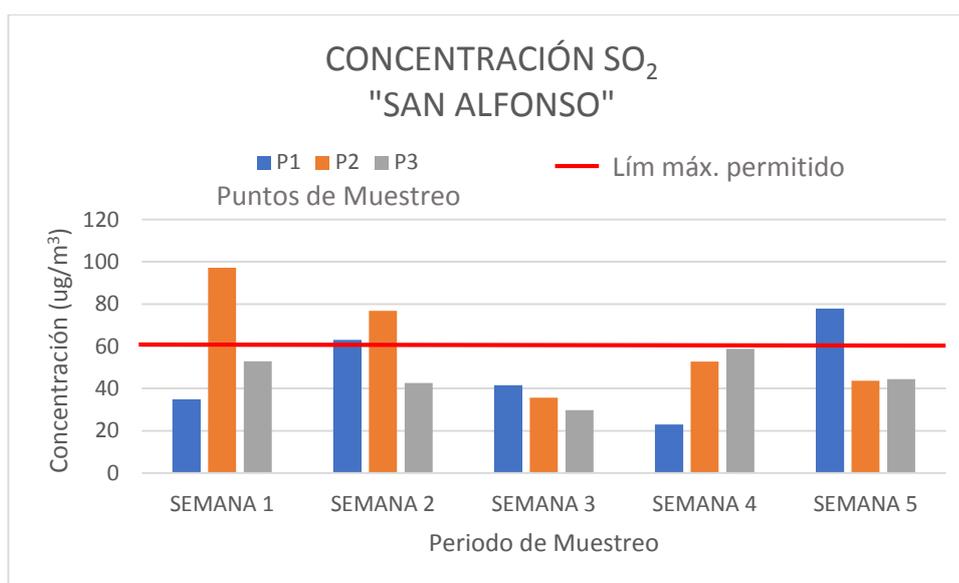


Gráfico 7-3: Representación de la concentración de SO_2 encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado San Alfonso

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 7-3 presenta las concentraciones durante las 5 semanas de muestreo, en donde se observa que existen varios puntos de muestreo que sobrepasan los límites permisibles como son: en la semana 1 (09-16 agosto) el punto 2 es el más elevado con una concentración de 97,18 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). De igual manera la semana 2 (16-23 Agosto) presenta varios puntos que sobrepasan los límites como son punto 1 con 63,08 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y punto 2 con 76,72 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). En la semana 5 (06-13

Septiembre) el punto 1 es el único que sobresale con una concentración de 77,90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en pro de conseguir un aire más limpio se debe controlar el tráfico vehicular en esta zona por lo menos en horas pico debido a que la presencia de automotores es frecuente en las 4 calles que rodean este mercado y los negocios aledaños como madereras, neón, panaderías y comida rápida se convierten en fuentes de emisión considerando que este contaminante se genera por la oxidación de azufre en presencia de oxígeno, teniendo como principal contribuyente la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre como el carbón y el combustóleo y también se genera de manera antropogénica por las erupciones volcánicas. (González, 2015.)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el dióxido de azufre los valores por un año deben ser no mayores a $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.2.4. Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba

TABLA 8-3: Resultados semanales de las concentraciones de SO_2 en el EP-EMMPA

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	83.54	68.20	60.35	80.06	18.83
P2	44.33	72.46	54.40	34.92	36.81
P3	92.92	13.64	27.20	35.77	46.23
P4	64.79	34.95	49.30	46.84	62.49
P5	80.99	17.90	28.05	41.73	34.24
P6	47.74	43.48	26.35	35.77	61.64

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

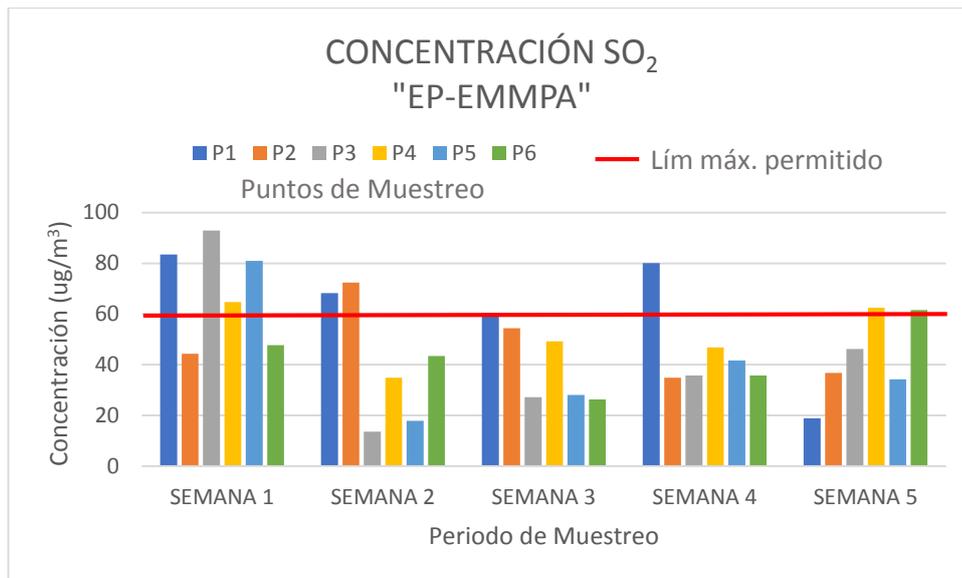


Gráfico 8-3: Representación de la concentración de SO₂ encontrada y el límite máximo permisible en el EP-EMMPA

Realizado por: BERMEJO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

El gráfico 8-3 presente refiere al monitoreo realizado durante 5 semanas dando lugar a los siguientes resultados. En la semana 1 se encuentra 4 puntos que sobrepasan los límites permisibles P1 83,54 (ug/m³), P3 92,92 (ug/m³), P4 64,79 (ug/m³) y P5 80,99 (ug/m³). Para la semana 2 existen dos puntos P1 68,20 (ug/m³) y 72,46 (ug/m³). En la semana 3 sobrepasa ligeramente el límite en un solo punto P1 con 60,35 (ug/m³). Para la semana 4 el punto P1 llega a una concentración de 80,06 (ug/m³) y finalmente en la semana 5 en el punto P4 y P6 se obtuvieron unas concentraciones de 62,49 (ug/m³) y 61,64 (ug/m³) respectivamente. Aunque las condiciones propias del lugar deberían facilitar la dispersión del contaminante en el aire se puede considerar que la presencia de camiones de carga es muy constante en cada uno de los andenes por lo que se asume que son las principales fuentes de emisión y que los efectos negativos generados por los vehículos pueden evidenciarse en los productos que se comercializan en el mercado. (Cogliati y González, 2010). La influencia del contaminante puede ser por una exposición a grandes concentraciones a corto plazo o a su vez por una exposición a concentraciones leves durante periodos largos

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el ozono los valores por un año deben ser no mayores a 60 ug/m³. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.3. Concentración de Ozono por semanas

3.3.1. Centro Comercial Popular La Condamine

TABLA 9-3: Resultados semanales de las concentraciones de O₃ en La Condamine

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE O ₃ (ug/m ³)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	117.12	116.80	71.88	141.20	120.66
P2	115.88	108.70	77.48	29.48	89.48
P3	51.44	62.60	108.90	103.03	66.41

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

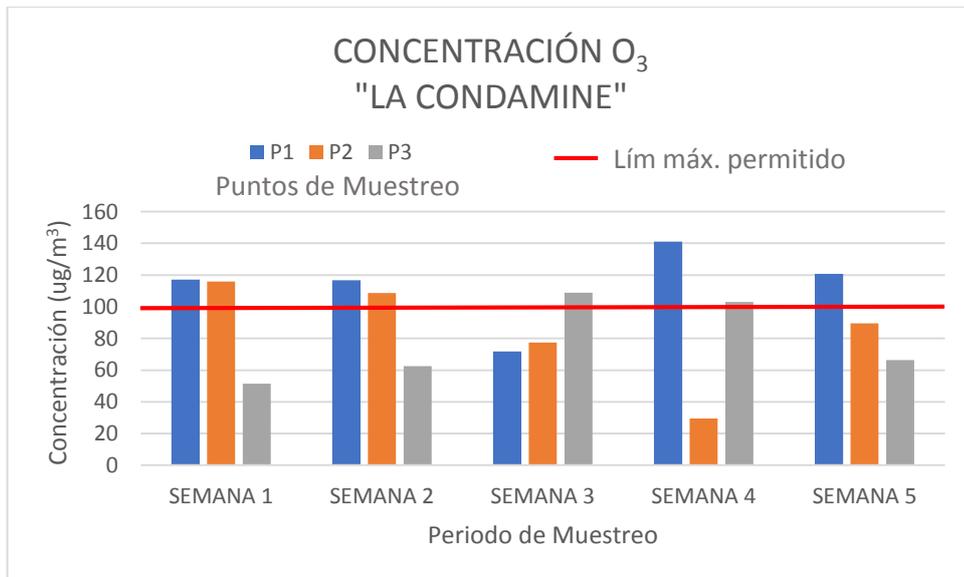


Gráfico 9-3: Representación de la concentración de O₃ encontrada y el límite máximo permisible en el CCP. La Condamine.

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 9-3 presente indica las distintas concentraciones de ozono en cada semana durante el periodo de muestreo 30 de agosto – 4 de octubre, donde se obtuvieron los siguientes resultados: a una temperatura de 287 K en la primera semana punto P1 alcanza una concentración de 117,12 (ug/m³) y en el punto P2 115,88 (ug/m³). En la semana 2 los valores disminuyeron en mínimas cantidades para P1 116,80 (ug/m³) y P2 108,70 (ug/m³). Para la semana 3 el punto de mayor impacto se da en P3 con 108,90 (ug/m³). En la semana 4 y 5 permanecen los altos niveles de

contaminación por ozono en los puntos P1 con valores de 141,20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y 120,66 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) respectivamente. La predominancia se mantiene en los puntos P1 en cada semana por lo que se intuye que los gases provenientes de los vehículos son la principal causa. Un estudio realizado en la ciudad de Guadalajara (México) documentó que en la zona urbana de la ciudad se obtuvo como principales focos de contaminación atmosférica los siguientes factores: el sector vehículos de transporte con un 73,5%, seguido de las emisiones del suelo con 21,2 %, en tercer puesto los lugares de servicios con un 4,2% y por ultimo las industrias con un 1,1%. (Andrade et al., 2006)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el ozono los valores por un año deben ser no mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.3.2. Mercado La Merced

TABLA 10-3: Resultados semanales de las concentraciones de O_3 en la Merced

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	115.57	113.37	121.35	82.24	120.35
P2	42.14	117.11	92.41	73.55	52.38
P3	81.49	94.68	93.97	76.34	162.44

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

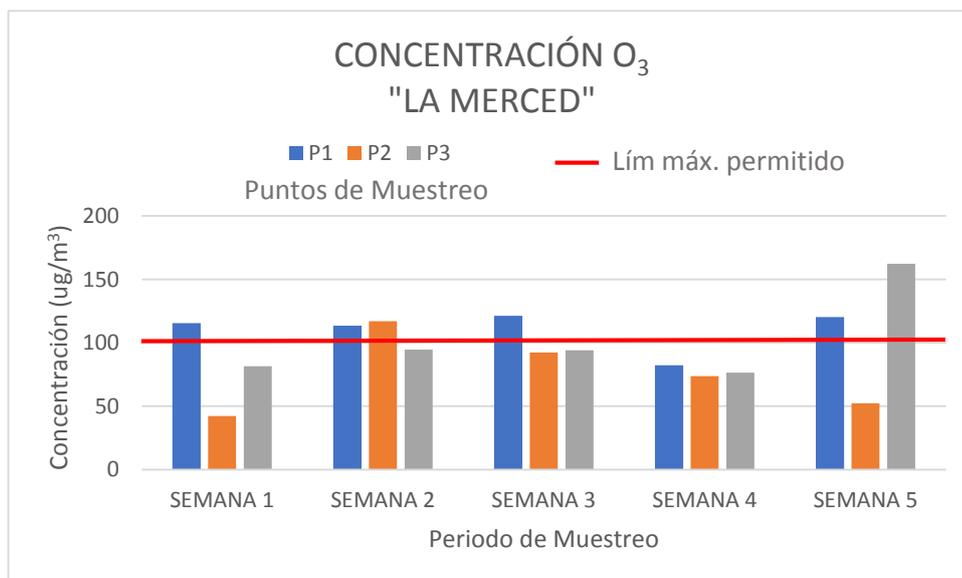


Gráfico 10-3: Representación de la concentración de O_3 encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado La Merced

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En las gráfica 10-3 se indica las distintas concentraciones de ozono en cada semana durante el periodo de muestreo 30 de agosto – 4 de octubre, donde se obtuvieron los siguientes resultados: a una temperatura de 287 K en la primera semana punto P1 alcanzo una concentración de 115,57 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) , en la semana 2 : P1 con 113,37 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P2 con 117,11 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) , para la semana 3 en el punto P1 alcanzo una concentración de 121,35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y finalmente en la semana 5 en el punto P1 una concentración de 120,35 y preponderando sobre todas las semanas se encuentra en el punto P5 una concentración de 162,44 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) . La presencia de vehículos urbanos es la fuente principal de gases precursores para la formación de ozono troposférico, esto se puede dar debido a la ubicación del mercado que es punto de la recepción de gases que en presencia de luz solar forman el O_3 . (Suarez et al., 2006).

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el ozono los valores por un año deben ser no mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.3.3. Mercado San Alfonso

TABLA 11-3: Resultados semanales de las concentraciones de O_3 en San Alfonso

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	91.72	77.86	100.81	106.45	83.56
P2	132.62	129.88	77.17	79.45	86.99
P3	147.49	128.32	95.84	112.65	129.39

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

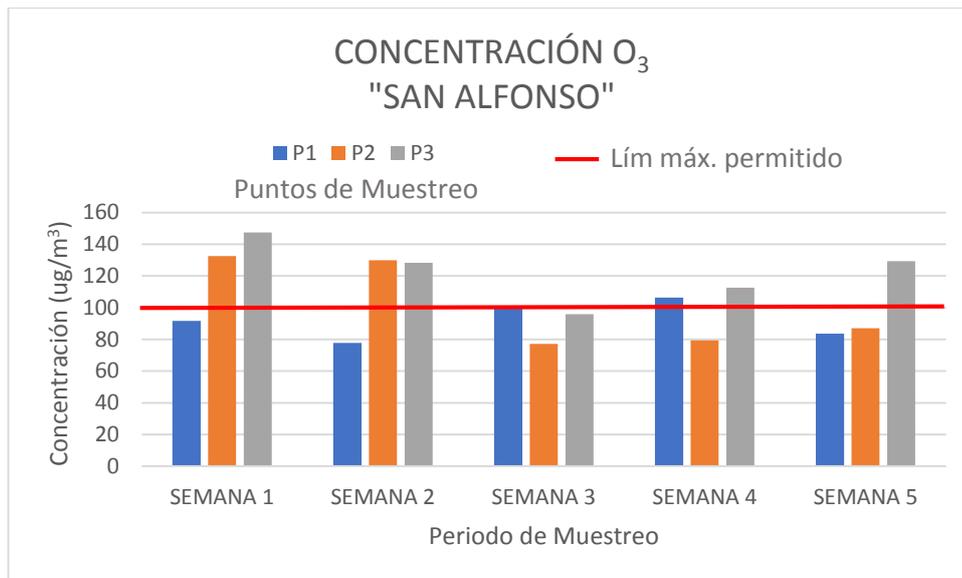


Gráfico 11-3: Representación de la concentración de O₃ encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado San Alfonso

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 11-3 presente indica las distintas concentraciones de ozono en cada semana durante el periodo de muestreo 30 de agosto – 4 de octubre, donde se obtuvieron los siguientes resultados: a una temperatura de 287 K en la primera semana punto P2 alcanzo una concentración de 132,62 (ug/m³) y P3 147,49 (ug/m³), en la semana 2: P2 con 129,88 (ug/m³) y P3 con 128,32 (ug/m³), para la semana 3 en el punto P1 se obtuvo una concentración de 100,81 (ug/m³) en la semana 4 en el punto P1 una concentración de 106,45 (ug/m³) y P3 112,65 (ug/m³), finalmente en la semana 5 en el punto P3 una concentración de 129.39 (ug/m³). Estos valores que sobrepasan los límites permisibles se tenían previstos ya que los precursores del ozono troposférico (NO₂, SO_x etc.) se forman en dependencia directa de condiciones como son la hora, ubicación en la urbe, las condiciones climatológicas y radiación solar más el aporte del tráfico vehicular que rodea al mercado y libera contaminantes gaseosos junto con las industrias de la misma zona (Bravo et al., 1992: pp. 2-3)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el ozono los valores por un año deben ser no mayores a 100 µg/m³. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.3.4. Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba

TABLA 12-3: Resultados semanales de las concentraciones de O₃ en el EP-EMMPA

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE O ₃ (ug/m ³)				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P1	74.67	86.27	94.90	25.14	42.72
P2	77.46	153.24	200.70	145.24	111.93
P3	76.53	51.70	131.62	61.45	133.45
P4	49.58	158.22	66.90	90.31	59.24
P5	65.38	159.47	97.39	73.55	74.21
P6	8.68	133.93	88.06	16.45	96.66

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

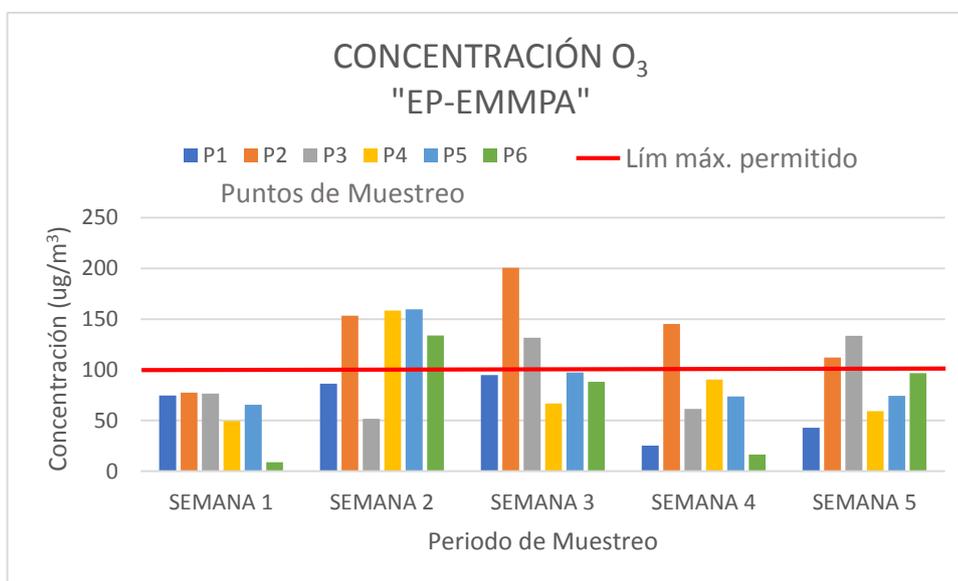


Gráfico 12-3: Representación de la concentración de O₃ encontrada y el límite máximo permisible en el Mercado Mayorista

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En esta gráfica 12-3 se muestra las concentraciones de ozono troposférico promedio monitoreadas durante las 5 semanas de estudio comprendida entre las fechas 30 agosto hasta 04 de octubre del 2017, los puntos de muestreo fueron colocados estratégicamente en el EP-EMMPA, donde se determinó que la mayor concentración se da en la semana 3, punto 2 con 200,07 (ug/m³), este punto se encuentra en la nave de mariscos y es un valor bastante elevado ya que duplica el límite máximo permisible establecido en la norma, así mismo se observó que el Punto 6 de la semana 1 fue el que presentó una concentración menor con 8,68 (ug/m³) este punto estaba ubicado en el numeral 12 de la nave grande el cual se encuentra relativamente alejado de la zona de mayor

tráfico vehicular y peatonal; debido a que el ozono se forma por las reacciones fotoquímicas de un gran número de precursores gaseosos provenientes de la industria y los vehículos se puede inferir que el valor que presenta mayor concentración se debe a que el punto está rodeada por la vías de circulación de los carros de entrada y salida y también expuesta a la radiación solar directa, por esta razón al disminuir la presencia de contaminantes gaseosos se puede disminuir la presencia de ozono a nivel de la tropósfera. (Borsese y Esteban, 2005: pp. 251-262)

Estos puntos se encuentran sobre los límites permisibles establecidos por la Ley de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 050 donde nos dice que para el ozono los valores por un año deben ser no mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ministerio del Ambiente 2011, p.8)

3.4. Concentración promedio de contaminantes atmosféricos en los mercados

Se utilizó la técnica del muestreo aleatorio estratificado con el fin de segmentar los mercados de acuerdo con los puntos de nuestro interés como fueron, parqueaderos, zonas de tráfico vehicular, zonas con mayor aglomeración de personas etc. El propósito fue obtener una muestra más representativa de los contaminantes presentes en los mercados, por esta razón luego del análisis de contaminación por semanas se realizó un análisis general con el promedio de concentración de cada contaminante en cada mercado

Los resultados generales se presentan a continuación:

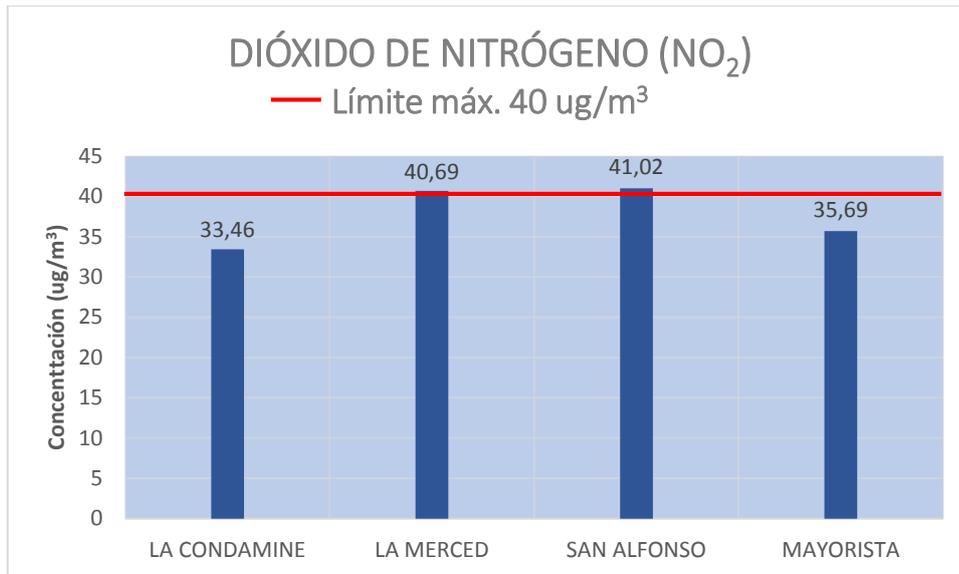


Gráfico 13-3: Concentración de NO₂

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La gráfica 13-3 nos muestra la concentración general de Dióxido de Nitrógeno obtenida en cada uno de los mercados durante todo el periodo de muestreo (09 de agosto-13 de septiembre del 2017), esta presentación nos indica valores que se encuentra por debajo del límite máximo permisible en el caso de los mercados La Condamine y Mayorista y valores que sobrepasan por muy poco el límite para los mercados La Merced y San Alfonso. Aunque estos valores no se podrían considerar con gran énfasis como alarmantes es necesario tener en cuenta que todos se acercan a los valores máximos permitidos, se puede notar que los mercados que presentan mayor concentración son los que se encuentran en el centro de la ciudad, se podría suponer que esto se debe a la mayor afluencia de vehículos que existe en las calles centrales más el aporte de otras fuentes fijas y móviles teniendo en cuenta que el NO₂ como contaminante tiene su origen tanto desde fuentes antropogénicas como naturales, recalcando como una de sus principales fuentes el tráfico y la industria y dentro de las segundas con gran relevancia la oxidación del Nitrógeno presente en el aire. (Aránguez, et al. 1999)

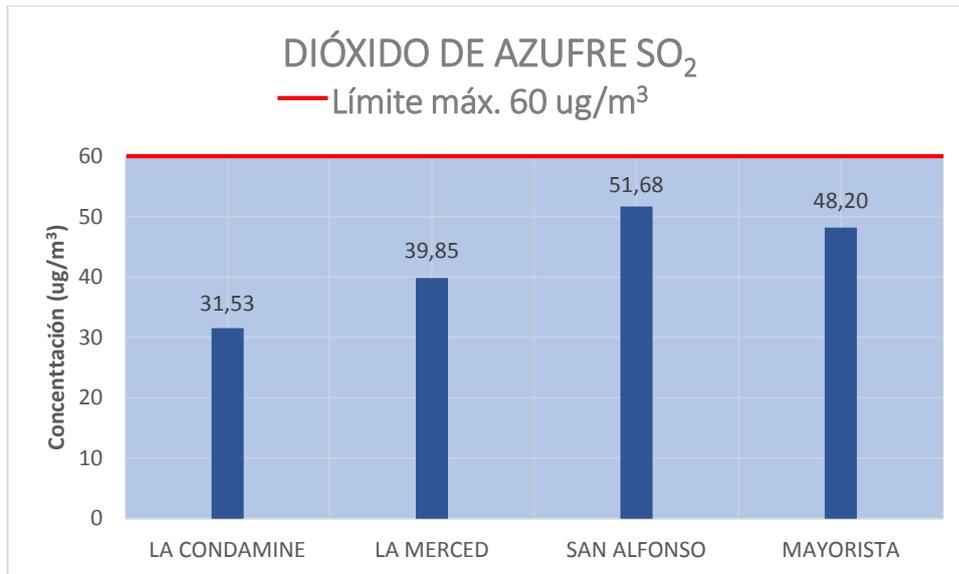


Gráfico 14-3: Concentración de SO₂

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

En esta gráfica se representa la concentración general de Dióxido de Azufre obtenida en todos los mercados objetos de estudio durante el periodo de muestreo 9 de agosto – 13 de septiembre del 2017, a pesar de que el nivel de concentración sobrepasaba el límite en algunos puntos semanales, a nivel general no son representativos ya que como podemos observar todos los mercados presentan una concentración promedio inferior a la establecida en la Normativa Ambiental Ecuatoriana (60 ug/m³). (Ministerio del Ambiente 2011, p.8). También se puede determinar que nuevamente se manifiesta mayor presencia de contaminante en el Mercado San Alfonso, esto se podría dar debido a que está ubicado en un punto estratégico para el comercio y turismo de la ciudad, lo que implica mayor tráfico vehicular y peatonal que juntamente con las fuentes naturales de SO₂ implican la presencia de éste en el aire. En el año 2012 el Gobierno Nacional en respuesta a las grandes descargas de gases que emiten los automotores de diesel y gasolina hacia la atmósfera por medio de la Empresa Publica Petroecuador aumentó el octanaje y redujo las partículas de azufre en la gasolina que se comercializa en el país con el fin de mejorar la calidad del aire en el Ecuador. (Arellano, 2013: p.2)

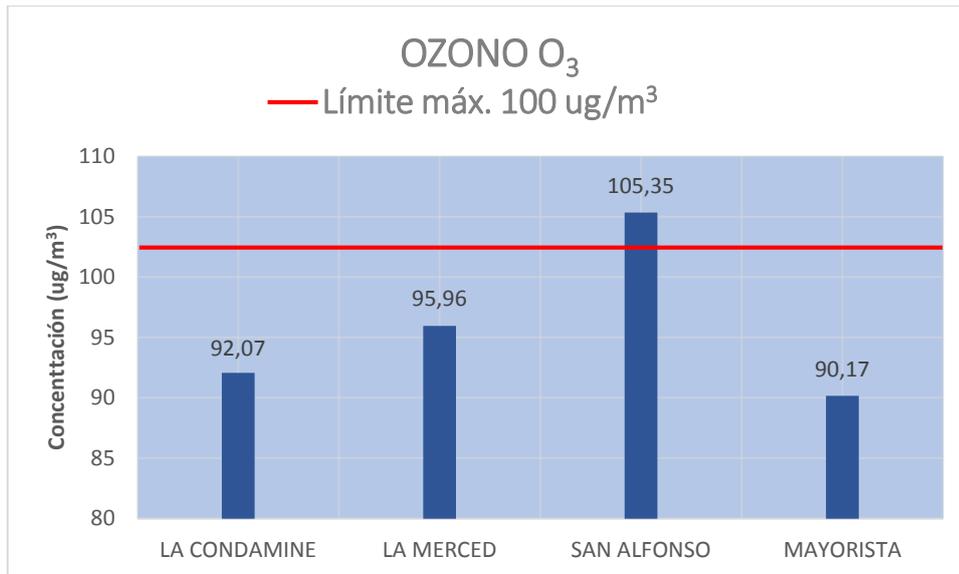


Gráfico 15-3: Concentración de O₃

Realizado por: BERMEO, Jairon; & VEGA Denis, 2017

La presente gráfica nos muestra las concentraciones obtenidas de Ozono Troposférico en los principales mercados de la ciudad de Riobamba tomados para nuestro estudio, durante el periodo de muestreo comprendido entre 30 de agosto y el 4 de octubre del 2017. Aunque en la mayoría de los mercados los valores no sobrepasan el límite establecido en la Ley (línea roja), todos tienen valores superiores a 90 ug/m³ por lo tanto se acercan al límite, esto debe ser tomado en cuenta si se desea mejorar las condiciones atmosféricas de los mercados. Se observó también que existe reincidencia en los valores elevados de concentración de contaminantes atmosféricos en el Mercado San Alfonso, tal vez porque su ubicación favorece a los factores que permiten la mayor acumulación de contaminantes entre ellos: mayor tráfico, incremento de temperatura, aglomeración entre otros. (Rojas, 2007). El ozono troposférico es considerado como contaminante “criterio” por su aporte al efecto invernadero y debido a las afectaciones que provoca en el ambiente y la salud de las personas, también se presenta como el principal insumo para la formación de Smog Fotoquímico; se constituye como contaminante secundario debido a que sus predecesores son otros gases presentes en la superficie como: CO₂, CO, NO_x, CH₄ y más. (Suarez et al., 2006: pp. 36-41)

CAPITULO IV

4. PROPUESTA

Nuestro estudio realizado en los principales mercados de Riobamba nos arrojó como resultados algunos valores que sobrepasan ligeramente, otros que se acercan y en su mayoría valores por debajo de los límites permisibles de calidad del aire, no por ello dejan de ser indispensable el tomar cartas en el asunto en pro de brindar mejores condiciones de calidad del aire para la ciudadanía y una mitigación a la contaminación atmosférica. Las herramientas que se pueden utilizar pueden ser medidas de prevención, control y corrección para reducir la contaminación atmosférica, debido que a futuro es una garantía que dichos valores van a ascender considerando el crecimiento poblacional, incremento del parque automotor e industrial de la ciudad; por esta razón las afectaciones se van a pronunciar considerablemente.

En esta propuesta especificamos las posibles fuentes de emisión y diferentes vías alternativas que se puede tomar para la reducción de esta crisis ambiental.

a) VEHÍCULOS

En nuestro proyecto determinamos que la fuente principal de emisión de contaminantes atmosféricos y precursores se da por la utilización del combustible de origen fósil como fuente de energía, es por ello por lo que se propone las siguientes medidas para su reducción y control:

i. Mantenimiento de vehículos:

En la actualidad existen vehículos que ya vienen equipados con filtros y catalizadores, artefactos que se utilizan con el fin de disminuir la carga contaminante, estos catalizadores son sustancias que aceleran los procesos de reacciones químicas de los compuestos para convertirlos en sustancias menos contaminantes, el problema es que el porcentaje es demasiado bajo, por lo que lideran vehículos antiguos que con el tiempo empiezan a emitir mayor contaminación por el bajo conocimiento de vida útil que estos tienen. Por desigualdades económicas no se puede exigir la adquisición de vehículos modernos por lo que propone revisiones estrictas a corto tiempo con sus debidas sanciones, de esta manera se promueve la concientización y reducción de contaminantes atmosféricos.

De igual forma dar seguimiento a la eficacia de los aceites lubricantes y sistemas de tratamiento de los gases, una vez han salido del motor y antes de que lleguen a la atmósfera.

ii. Alternativas para el transporte:

A medida que pasa el tiempo las exigencias por la comodidad de las personas aumentan drásticamente y queda en segundo plano el espacio ambiental, un claro ejemplo es la demanda vehicular. En las ciudades capitales ya es un problema el tráfico existente que al combinarse con las altas temperaturas producen diferentes gases atmosféricos ya mencionados en nuestro estudio, más el estrés producido por diferentes aspectos como contaminación auditiva entre otros.

Se recomienda tomar nuevos hábitos saludables como es el uso de bicicletas, caminatas y transportes públicos, si realmente es necesario, pero dejando de ser el vehículo motorizado una herramienta indispensable para trasportarnos a lugares cercanos de esta manera ahorrar energía y reducir la contaminación.

iii. **Medidas de restricción vehicular:**

No es necesario que se produzca una congestión vehicular constante para alertar a las autoridades de este fenómeno. Teniendo en cuenta que las calles del centro de la ciudad de Riobamba son consideradas Centro Histórico y Cultural y para su mayor cuidado se debería aplicar el uso de vehículos por número de placa en días y horarios específicos “PICO y PLACA”, como se lo hace en el Distrito Metropolitano de Quito; esto reduciría el incremento de contaminación atmosférica y a su vez la concientización imponiendo una nueva cultura de cuidado tanto del ambiente como de la salud en general, esta norma sería recomendable se aplique a nivel nacional. De igual forma desalentar a la sociedad el uso del vehículo innecesario estableciendo puntos como:

- Tarifas o cargos que desmotiven el uso del automóvil
 - Preferencia por vehículos ecológicos
 - Disminución de espacios de estacionamiento
 - Aumento costo social por vehículo
 - Verificación de emisiones en todo vehículo de transporte motorizado
- Creación de zonas peatonales reduciendo flujos vehiculares

iv. **Cambio de rutas de circulación vehicular:**

Los mercados como centro de comercialización de alimentos y tránsito peatonal se encuentran expuestos a los efectos que pueden causar los contaminantes gaseosos provocados por los vehículos que transitan diariamente por el lugar, es por ello que se recomienda que exista mayor acceso peatonal con la disminución de vías de movilización para vehículos especialmente en los días de feria y las horas pico que es cuando se eleva exponencialmente el deterioro del aire ambiente. Motivar a la creación de mini cooperativas de transporte ciclística para trasladar los bultos o cargas de los usuarios reemplazando el tránsito motorizado por la zona.

5. Transporte de carga:

Es inevitable lograr que los vehículos de carga no circulen cerca de los mercados, ya que se necesita abastecer con los productos para su comercialización sin embargo no significa que no se pueda tomar medidas en favor de un mejor índice de calidad del aire. El índice de contaminación más altos se da usualmente en el día por lo que se propone que las entregas se realicen en horas de la noche o si es necesario en la madrugada tratando de evitar la conglomeración que los vehículos de carga suelen provocar.

Deberá controlarse y de ser necesario aplicar sanciones a los vehículos que emitan demasiado humo, ruido y sobrepasen el nivel de carga, todos estos malos hábitos son causantes del incremento en los índices de contaminación atmosférica en los principales mercados de Riobamba

b) Industrias:

En la ciudad de Riobamba por no ser potencialmente industrializado las fábricas de la localidad no influyen tanto como los vehículos, pero si contribuye en una gran parte de la contaminación de la ciudad. El objetivo de cada industria o fabrica es producir obteniendo ganancias considerables, sin importar los efectos secundarios que puedan provocar al ambiente (agua, suelo y aire) por dichas razones es necesario proponer cambios para la reducción de los hábitos de contaminación

El impacto del sector industrial es relevante tomando en cuenta los factores y aspectos como el transporte de contaminantes con el viento u otros vectores y la concentración de los mismos en zonas con mayor temperatura y menor concentración como llegarían a ser los sectores centrales de las ciudades y también se debe considerar que las pequeñas y medianas industrias (muchas de ellas ubicadas cerca de los mercados) también aportan cantidades considerables sustancias contaminantes a la atmósfera. Por esta razón es muy importante la participación de mecanismos de control y entidades gubernamentales que fiscalicen las descargas y emisiones generadas por este sector de la población.

En cuanto a la contaminación atmosférica se puede utilizar filtros para retener las sustancias tóxicas que son liberadas a la atmósfera sin ningún control, además las máquinas pueden actuar como retroalimentadores es decir los desechos producidos pueden generar energía incluso pueden llegar a lucrar, rindiendo al máximo las materias primas y a su vez preservar la biósfera.

c) Basura:

Los desechos generados en los mercados representan uno de los principales factores de contaminación atmosférica, las fundas plásticas, la degradación de la materia orgánica y la acumulación de desechos sólidos y líquidos, incluyendo factores como la radiación solar, temperatura y humedad; dan lugar a la generación de contaminantes para el recurso aire. Tomando en cuenta el factor de los residuos como precursor de la contaminación se puede implementar medidas de corrección, empezando por campañas de concientización y educación ambiental de usuarios y comerciantes, con el fin de reducir la generación de desperdicios, promover el reciclaje de los materiales inorgánicos, convertir en abono los desechos orgánicos y la reutilización de fundas plásticas. Implementar señalética informativa que promueva buenos valores ambientales como, la práctica de las 3 RRR. (reciclar, reducir, reutilizar); esta información colocada en lugares llamativos y vistosos genera interés del público y a su vez crea conciencia de la importancia de cuidar nuestro entorno.

La falta de gestión de residuos en algunos mercados prolifera la acumulación de basura a cielo abierto también aporta al deterioro de la calidad del aire, ya que la degradación de la materia orgánica que producen cada mercado al no tener ningún tipo de tratamiento produce gases como metano y dióxido de carbono responsables del efecto invernadero y que a su vez sirven como insumos o precursores de la formación de otros contaminantes secundarios.

Los mercados como generadores principales de materia orgánica deben contar con un sistema de reciclaje muy estricto, una de las medidas que se puede optar considerando que la mayoría de la basura es orgánica es la aplicación de tecnologías verdes como el compostaje, abonos orgánicos bioles etc. dando provecho al máximo los desechos producidos.

CONCLUSIONES

- Se utilizó el método de muestreo aleatorio estratificado obteniendo muestras representativas de la población que garantizan una fuente confiable en la obtención de resultados, igualmente se basó en criterios sobre contaminación atmosférica donde sobresale que las principales fuentes de emisión para NO₂, SO₂ se dan por motores de combustión vehicular y el O₃ troposférico se forma por la reacción de estos dos contaminantes en presencia de luz solar. En cada mercado se dio prioridad a los estacionamientos y vías de tráfico vehicular donde se colocó un tubo pasivo por cada contaminante de igual manera se realizó para el ozono troposférico en el que se analizó puntos donde tiene mayor impacto por radiación solar.
- Para la determinación de las concentraciones de NO₂, SO₂, y O₃ se estableció un tiempo estimado de cinco semanas. En los mercados LA CONDAMINE, LA MERCED y SAN ALFONSO se utilizó 3 muestreadores pasivos por cada contaminante mientras que el mercado MAYORISTA debido a su extensa área se colocó 6 muestreadores pasivos por cada contaminante, situados a una altura de 3 metros. El análisis se dio por espectrofotometría y ecuaciones matemáticas arrojando valores con concentraciones elevadas en varios puntos de cada semana que sobrepasan los límites permisibles establecidos en los cuatro mercados de estudio.
- El nivel de contaminación promedio producida por NO₂ en los mercados LA CONDAMINE, LA MERCED, SAN ALFONSO y MAYORISTA monitoreadas durante las 5 semanas proyectaron los siguientes valores : 33,48 (ug/m³) 40.69 (ug/m³) 41.02 (ug/m³) 35.69 (ug/m³) respectivamente la cual se analizó los contaminantes y se comparó con Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente estableciendo que en los mercados LA MERCED Y SAN ALFONSO las concentraciones sobrepasan ligeramente el límite permisible, donde nos dice que para el dióxido de nitrógeno los valores por un año deben ser no mayores a 40 µg/m³ y por hora de 200 µg/m³. Para el contaminante SO₂ las concentraciones se mantienen bajas, llegando a darse el valor más alto en el mercado SAN ALFONSO con una concentración de 51.68 µg/m³ concluyendo que no sobrepasan el límite que establece donde nos indica que para el dióxido de azufre los valores por un año deben ser no mayores a 60 µg/m³. Finalmente, con una concentración de 105.35 µg/m³ el mercado SAN ALFONSO es el único en estudio que sobrepasa los límites permisibles para el O₃,

donde para los valores por un año deben ser no mayores a 100 $\mu\text{g}/\text{m}$, los restantes mercado no representan mayores niveles de contaminación respecto al contaminante O_3 .

- Debido a que los contaminantes atmosféricos pueden ser generados en el lugar, así como también pueden ser arrastrados desde fuentes cercanas de emisión, las medidas de prevención y control deben tomarse en términos generales que impliquen la disminución de la carga contaminante en el aire que pudiera presentarse para los usuarios de los mercados, ciudadanía en general y el ambiente. Con miras de mejorar el recurso aire en la ciudad de Riobamba se puede tomar acciones en cuanto a los principales factores que generan contaminación atmosférica entre ellos: el tráfico vehicular y peatonal, la disposición de desechos sólidos y líquidos, organización estructural para evitar aglomeraciones excesivas de personas y vehículos en los alrededores de los mercados, el control de emisiones de empresas cercanas a los mercados entre otros. La propuesta presentada en el Capítulo IV nos brinda información más detallada sobre una alternativa que podríamos aplicar para reducir las concentraciones de contaminantes atmosféricos en los mercados.

BIBLIOGRAFÍA:

ÁLVAREZ, M., DIEGO, F., & ROMERO, M. “La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud”. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2006 (Cuba) vol. 44 (2). Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol44_2_06/hie08206.htm

ANDRADE, María Dolores; et al. “Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco”. *Revista Salud Pública México* [en línea]. 2006, (México) 48(5), pp. 385-394 [Consulta: 15 de diciembre del 2017] ISSN 0036-3634. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342006000500005.

ARÁNGUEZ, Emiliano; et al. “Contaminantes atmosféricos y su vigilancia.” *Rev. Esp. Salud Pública*, vol. 73, n° 2 (1999), (España) pp. 123-132. ISSN 2173-9110.

ARELLANO, Carla. Determinación y análisis de las emisiones de contaminantes primarios y rendimiento vehicular mediante la variación del octanaje y contenido de azufre en la gasolina y diésel. (Tesis) (Posgrado) [en línea]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sede Sangolquí, Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental, Quito-Ecuador. 2013. p.2. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7582>

ASTOVIZA, Malena. Evaluación de la distribución de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en aire en la zona de la cuenca del Plata mediante muestreadores pasivos artificiales. (Tesis) (Doctoral) [en línea]. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Ciudad de la Plata, Argentina. 2014. p. 36. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34729>

BOADA, M; & TOLEDO, V. *El planeta, nuestro cuerpo* [en línea]. Editorial Fondo de cultura económico. 2011. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=LemgpMOSfPQC&dq=ozono+contaminante&hl=es&source=gbs_navlinks_s

BORGE, Rafael; et al. *Experimental Campaign in a Heavily Trafficked Roundabout in Madrid for the Assessment of Air Quality Monitoring Station Representativeness in Terms of Population Exposure to NO2*. [en línea] Kunshan – CHINA: s.n., 30 de mayo de 2015. Disponible en: <https://dukekunshan.edu.cn/sites/default/files/u587/37.pdf>

BORSESE, Aldo; & ESTEBAN, Soledad. “Química, educación ambiental y vida cotidiana: El ozono troposférico”. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, vol. 23, n° 2 (2005), (España), pp. 251–262

BRAVO H., ROY G., SÁNCHEZ P. & TORRES R. *Contaminación atmosférica por ozono en la zona metropolitana de la ciudad de México: Evolución histórica y perspectivas*. [en línea] México: UNAM, Centro de Ciencias de la atmósfera. [Consulta: 18 de diciembre del 2017] Disponible en: <http://www.posgrado.unam.mx/sites/default/files/2016/05/2305.pdf>

CANO, V; & DELGADO, J. “*Medida de contaminantes atmosféricos: Métodos Pasivos frente a Métodos Automáticos*” [en línea] España. 2009. Disponible en: <http://www.upv.es/upl/U0455035.pdf>

CAPÓ M. *Principios de Eco toxicología* [en línea]. Madrid – España: Editorial Tébar. 2007. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=86oL_Ybnwn8C&dq=contaminacion+atmosferica&hl=es&source=gbs_navlinks_s

CARDELÚS, Borja; & GUIJARRO Timoteo. *Cápac Ñan. El Gran Camino Inca*. Viriato, Madrid ESPAÑA: Santillana S.A. 2012, p. 38

CASAL, Jordi; & MATEU Enric. “Tipos de Muestreo”. *Rev. Epidem. Med. Prev* [en línea]. 2003, (España) vol. 1, n° 1: pp. 3-7 Disponible en: <http://protocollo.com.mx/wp-content/uploads/2016/10/Tipos-de-Muestreo.pdf>

CHAPARRO, Marta; & RUBIANO Luis. “Delimitación de áreas de Iso Contaminación atmosférica en el campus de la Universidad Nacional de Colombia mediante el análisis de bioindicadores (Líquenes epifitos)”[en línea]. *Revista Redalyc*, vol. 11, n° 2 (2006), (Colombia) pp. 87-102. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11n2/v11n2a07.pdf>

COGLIATI, M.G.; & GONZÁLEZ D.E. Análisis de emisiones vehiculares en una zona de producción frutícola (Tesis)[en línea]. FACIAS - Universidad Nacional del Comahue, Facultad Departamento de Geografía. Neuquén (ARGENTINA). 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marisa_Cogliati/publication/266240029_ANALISIS_DE_EMISIONES_VEHICULARES_EN_UNA_ZONA_DE_PRODUCCION_FRUTICOLA/links/542ac57e0cf27e39fa90c69f.pdf

CIFUENTES, Cristina. Validación del método para medir gases contaminantes (SO₂, NO₂ y O₃) mediante captadores pasivos, incluyendo un análisis microbiológico de la calidad del aire, en una fábrica industrial. [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Departamento de ciencias de la vida y de la agricultura, Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Quito (ECUADOR). 2014. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8942>

CONTRERAS, Alfonso; & MOLERO, Mariano. *Ciencia y Tecnología del Medioambiente* [en línea]. Madrid – España: EDITORIAL UNED. 2012. Disponible en:

https://books.google.com.ec/books?id=xtvNPP8X6KAC&dq=atmósfera+definicion+2012&hl=es&source=gbs_navlinks_s.

DÁVILA, Martín; & FIGUERUELO, Juan. *Química física del ambiente y de los procesos medioambientales* [en línea] España: Editorial Reverté S.A., 2004. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=aVq87XOwWH4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=falsedávila>

DIARIO EL UNIVERSO. *Riobamba tendrá el nuevo mercado La Condamine.* [en línea]. Riobamba: Víctor Hugo Cevallos, 03 de noviembre del 2014. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2004/11/03/0001/12/D9F49140A5BB49F38A7AEA61CC92A2DA.html>

DIARIO LA PRENSA, EMPRENDEDORES. El mercado de productores agrícolas, la primera empresa municipal en funcionamiento. *REVISTA VIDA A COLORES*, AÑO 1. No 16; Riobamba – Ecuador 16 de diciembre de 2004 p. 5.

DOMÍNGUEZ, H. *Nuestra Atmósfera: Como comprender los cambios climáticos* [en línea]. México D.F.: Editorial Lectorum, S.A. 2004 [Consulta: 22 octubre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Dgd_oUuTnDUC&dq=atmósfera&hl=es&source=gbs_navlinks_s

EL TELÉGRAFO. *El mercado La Merced, en Riobamba, renueva su imagen.* [en línea]. Riobamba: 15 de febrero del 2014. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/el-mercado-la-merced-en-riobamba-renueva-su-imagen>

EL TELÉGRAFO. *Riobamba necesita reforzar la seguridad en 10 mercados* [en línea]. Riobamba: 02 de marzo del 2014. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/riobamba-necesita-reforzar-la-seguridad-en-10-mercados>

EL TELÉGRAFO. *Ecuador obtuvo 90,12 puntos sobre 100 en calidad del aire* [en línea]. Riobamba: 20 de junio 2016, pp. 1-3. Obtenido de www.eltelegrafo.com.ec

ESPLUGUES ET AL. “Exposición a contaminantes atmosféricos durante el embarazo y desarrollo prenatal y neonatal: protocolo de investigación en el proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente)”. *SCIELO*, [en línea] vol. 21, n° 2 (2007), (España), p. 2. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112007000200012

FERNÁNDEZ, Felipe. “Contaminación atmosférica y calidad del aire en Madrid: Análisis de las concentraciones de SO₂, CO, NO₂, ozono y PM₁₀ (1980-2003)”. *Estudios Geográficos*, [S.l.], vol. 66, n° 259, pp. 507-532 (diciembre, 2005), (España). ISSN 1988-8546.

FRANCO, J. “Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: Caso de estudio Bogotá”. 2008, (Bogotá - Colombia) *Revista EAN*, [en línea] (72), pp. 1-2. ISSN 0120-8160. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013.

FREY, Alfonso. PATRIMONIO. Plaza Mariano Borja, Diario La Prensa, *REVISTA VIDA*, 255; Riobamba – Ecuador 12 de febrero de 2015 p. 5.

FREY, Alfonso. PATRIMONIO. A este lugar actualmente se lo conoce como el mercado de San Alfonso, Diario La Prensa, *REVISTA VIDA*, 256; Riobamba – Ecuador 19 de febrero de 2015 p. 5.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE RIOBAMBA (GADM-R). *Plan de desarrollo del Cantón Riobamba* [en línea]. Riobamba: Concejo Cantonal, 2017. Disponible en: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/alcaldia/plan-de-desarrollo-cantonal>

GALÁN, D. “Química medioambiental. Metodología pasiva empleada para la toma de muestra de contaminantes atmosféricos”. *Avances en Química*, Vol. 8, 2 (2013), (España) pp.2-3

GALLEGO, et al., *Contaminación atmosférica* [en línea] Madrid – España. Noviembre 2012. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=7xYvtMyRP7EC&dq=contaminación+atmosferica&hl=es&source=gbs_navlinks_s.

GONZÁLEZ, Tomas. Determinación de la calidad del aire en la Universidad Libre Seccional Bogotá - Sede Bosque Popular (Tesis) [en línea]. Universidad Libre Seccional Bogotá, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Ambiental (Bogotá-Colombia). 2015. Disponible en: <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7951>

GUERRA, Aracely. Impacto sobre la calidad del aire de una planta de generación de energía eléctrica a base de Fuel Oil (Tesis) [en línea]. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Departamento de Ingeniería Química, Facultad Química-Farmacia (Santa Clara - Cuba). 2010. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/1804>

JIMÉNEZ, Irene; & ROJAS, Omar. “Evaluación de un sistema de muestreo pasivo de CPVC para dióxido de nitrógeno en el aire”. *Tecnología en Marcha*, vol. 25, n° 1 (2012), (Costa Rica) pp. 44-53

LOZANO, Christian. Propuesta de un plan de control de la calidad del aire de Partículas Sedimentables de la ciudad de Riobamba (Tesis) ESPOCH, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental (Riobamba-Ecuador).2009

MANAHAN, S. *Introducción a la Química Ambiental* [en línea]. México D.F.: Editorial Reverté S.A. 2006. [Consulta: 20 octubre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=5NR8DIk1n68C&dq=atmósfera&hl=es&source=gbs_navlinks_s

MANRIQUE, Angelica, & OSSA, Diana. Validación de los métodos espectrofotométricos para la determinación de SO_x y NO_x en muestras de aire. (Tesis) [en línea] UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Facultad de Tecnología, Escuela de Química (Pereira-Colombia). 2010. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5439825/validacion-de-los-metodos-espectrofotometricos>

MARTÍNEZ Eduardo. *Química, Volumen 2* [en línea] Cengage Learning Editores. 2010. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=OIyVxI7yh2YC&dq=contaminantes+primarios&hl=es&source=gbs_navlinks_s

MATUK, Silvia. Relaciones de poder en el mercado de Riobamba: Transformaciones a partir de la implementación del Mercado Mayorista (Tesis) (Maestría) [en línea]. Universidad Andina Simón Bolívar - Sede Ecuador. Área de Letras, Maestría en Estudios de la Cultura, Mención en Políticas Culturales. Ecuador. 2010 pp. 20-40. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10644/2663>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Acuerdo Ministerial 050. Norma de Calidad de Aire Ambiente o nivel de inmisión. Libro VI, Anexo 4. [en línea]. (2011). Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/d2151bc8761b44c4ef53bd86df2c02af30e591db.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Plan Nacional de la Calidad del Aire (PNCA) [en línea]. (2012). Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>

MUÑOZ, M; & ROVIRA, A. *Motores de combustión interna* [en línea] Madrid – España. UNED. 2015. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=-EflCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

NTP 151: *Toma de muestras con captadores pasivos*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. [ed.] Jose Bartual Sánchez. 1982.

PANCORBO, F. *Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación* [en línea] Barcelona – España. Editorial MARCOMBO. 2010. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=ULYPNbQISxoC&dq=ozono+contaminante&hl=es&source=gbs_navlinks_s

PERUGACHI, Nelly. Aplicación de un modelo matemático para determinar la difusión de contaminantes atmosféricos bajo condiciones físicas y meteorológicas de la ciudad de Riobamba (Tesis) (Maestría) ESPOCH, Instituto de Posgrado y Educación Continua. (Riobamba-Ecuador). 2016. p. 79

Proyecto BIÓSFERA, “*La energía externa del planeta*” [en línea]. España: Funciones de la Atmósfera. p.7. Disponible en: http://recursos.cnice.mec.es/biósfera/alumno/3ESO/energia_externa/contenidos7.htm

RAMÍREZ, TORO, QUICENO & ZULUAGA, “Cálculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Medellín mediante factores de emisión CORINAIR”. *Revista ACODAL*, [en línea] n° 191, (2001), (Bogotá- Colombia) pp. 42-49. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep82/experien/vehiculos.pdf>

RAMÍREZ Víctor. *Química General, Serie Bachiller* [en línea] México D.F. Grupo Editorial Patria. 2014. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=CqCEBgAAQBAJ&dq=SO2+CONTAMINANTE&hl=es&source=gbs_navlinks_s

RAMÍREZ Víctor. *Química 2* [en línea] Segunda Edición. México D.F. Grupo Editorial Patria. 2016. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=sBMhDgAAQBAJ&dq=contaminantes+primarios&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Reglamento de Régimen Académico de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo [en línea] codificado 2014. Consejo Politécnico. Artículo 88 cap. XI. Disponible en: <http://oldwww.espoch.edu.ec/Descargas/RRA2014.pdf>

ROJAS, Néstor. *Aire y problemas ambientales de Bogotá* [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Laboratorio de Ingeniería Química [Consulta: 10 de diciembre del 2017] Disponible en: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/06462.pdf>

SKOOG, Douglas; et al. *Química Analítica*. 7^{ma} edición. México DF: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V., 2001, pp. 619-620.

SUAREZ et al. “Estudio de la variación estacional de ozono troposférico y aerosoles del Perú relacionado a las quemadas de vegetación en la Amazonía”. *Mosaico Científico*. Vol.3, n° 2 (2006), Perú. pp. 36-41

SWISSCONTACT. *Manual de Laboratorio, Monitoreo del Aire* [en línea]. Centro América: 2001. Oliva P.; García K.; Cortez R.; Dávila R.; Alfaro M.; & Duke V. Programa Aire Puro. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/Manual-laboratorio-analisis-aire.pdf>

S.L. INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, *Experto en Gestión Medioambiental*. 2^{da} edición [en línea]. Editorial ic. [Consulta: 22 octubre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=YM-bDQAAQBAJ&dq=capas+atm%C3%B3sfera&hl=es&source=gbs_navlinks_s

PERIAGO, María Jesús, et al., *Determinación de nitritos en productos cárnicos*. [en línea] España: 2008: Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología, Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia [Consulta: 04 de junio del 2017] Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/practicas-carne-nitritos>

VALVERDE, et al., *Ecología y medio ambiente* [en línea]. Juárez - México: Pearson Educación. 2005. [Consulta: 25 octubre 2017] Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=oHJqJzvVdQoC&dq=capas+atm%C3%B3sfera&hl=es&source=gbs_navlinks_s

VERITAS Bureau. *Manual para la formación en medio ambiente* [en línea] Valladolid - España EDITORIAL LEX NOVA. Noviembre 2008. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=J7rMDpW49ZQC&dq=so2+contaminante&hl=es&source=gbs_navlinks_s