



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN
DEL MEDIO AMBIENTE

EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL POLVO
SEDIMENTABLE EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE LOJA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORA: Yosselyn Arianna Gaona Quevedo.

DIRECTOR: Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg. Sc.

1859

LOJA - ECUADOR

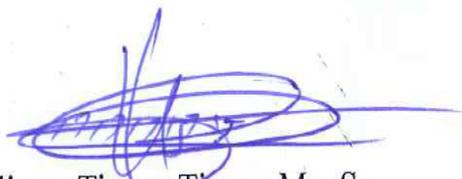
2019

CERTIFICACIÓN

En calidad de director de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL POLVO SEDIMENTABLE EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE LOJA**, de autoría de la Srta. **Yosselyn Arianna Gaona Quevedo** con C.I. 1103626329, egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifico que la investigación ha sido culminada dentro del cronograma aprobado y autorizo continuar con los trámites de graduación pertinentes.

Loja, 26 de Julio del 2019

Atentamente.



Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg. Sc.
DIRECTOR DE LA TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal calificador de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL POLVO SEDIMENTABLE EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE LOJA**, de autoría de la Srta. **Yosselyn Arianna Gaona Quevedo** con C.I. 1103626329, egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifican que han incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto, autorizamos a la Señorita egresada, su publicación y difusión.

Loja, 12 de septiembre del 2019

Atentamente

M. Sc., Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ph. D, Iván Patricio Burneo Saavedra

VOCAL DEL TRIBUNAL



M. Sc., Jackelinne Andrea Castillo Villalta

VOCAL DEL TRIBUNAL



AUTORÍA

Yo, Yosselyn Arianna Gaona Quevedo declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, a la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



.....
Yosselyn Arianna Gaona Quevedo

C.I. 1103626329

Loja, 12 de septiembre del 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Yosselyn Ariana Gaona Quevedo declaro ser la autora de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL POLVO SEDIMENTABLE EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE LOJA**, requisito para optar el grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenido la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constatación de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de septiembre del dos mil diecinueve, firma la autora.

Yosselyn Ariana Gaona Quevedo
CI. 1103626329

Dirección: Loja, Barrio Nueva Granada
Correo electrónico: garianna1994..mail.com

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg. Sc

Tribunal de grado: Ing. Erasmo Vinicio Alvarado Mg. Sc

Ing. Iván Patricio Burneo Saavedra Ph. D

Ing. Jackelinne Andrea Castillo Villalta Mg. Sc

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis Ing. Freddy Tinoco Mg. Sc., que gracias a su colaboración, enseñanza y apoyo constante ha sido posible culminar mi trabajo de investigación.

Al Ing. Patricio Aguirre, director del Laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional de Loja, por la disposición brindada en el desarrollo de la fase de laboratorio del trabajo de tesis.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente que aportaron en mi preparación académica, por haberme guiado y brindado toda la información necesaria para culminar con éxito la carrera.

A mis padres y hermanos que me brindaron su apoyo y fueron el pilar fundamental para cumplir con esta meta en mi vida.

DEDICATORIA

A Dios, que me ha dado la fortaleza y la bendición para continuar y culminar mi proyecto de tesis.

A mi pequeña hija Leah, que me ha llenado de amor y fortaleza, y ha sido mi motor para alcanzar mis metas.

A mi padre Geovanni, por haber sido un apoyo incondicional a lo largo de mi vida, mi ejemplo a seguir y me ha inculcado la importancia de la humildad y responsabilidad.

Gracias por creer en mí y por su amor brindado a mí y a mi hija.

A mi madre Alis, por su amor interminable en todo momento, sus consejos, su compañía y por haberme brindado su apoyo fundamental para terminar mis estudios siendo una segunda madre para mi hija.

Gracias por proporcionarme un maravilloso ejemplo.

A mis hermanos Geovanni y Anais, por ser mis compañeros fieles de vida, por brindarme tantos momentos bellos de alegría y plenitud, por todos los momentos malos que pasamos juntos y los pudimos superar.

Gracias por su compañía y sincero amor.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 La atmósfera.....	3
2.2 Contaminación atmosférica.....	4
2.2.1 Dispersión de contaminantes.....	5
2.2.3 Contaminantes criterio	7
2.4 Metales en polvo sedimentable	9
2.4.1 Plomo	11
2.4.2 Cadmio	13
2.5 Métodos utilizados para el análisis de plomo y cadmio	14
2.5.1 Extracción por microondas.....	14
2.5.2 Espectroscopía por absorción atómica	15
2.5.3 Espectrometría de Absorción Atómica por Llama	15
2.6 Sistema de información geográfica S.I.G.....	15
3. METODOLOGÍA	16
3.1 Área de estudio.....	16
3.2 Descripción de la zona de estudio	16
3.3 Materiales.....	18
3.4 Selección de Filtros recolectores a analizar	18
3.5 Preparación y extracción de muestras	19
3.5.1 Digestión ácida asistida por microondas	19
3.6 Determinación los posibles factores que contribuyen a la presencia de Pb en el centro de la ciudad de Loja.	22
3.6.1 Análisis de correlación entre la concentración de Pb y los factores climáticos.	22
3.6.2 Cuantificación del parque automotor	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1 Presencia y concentración de Pb y Cd.....	24
4.2 Análisis de posibles factores contribuyentes a la concentración de Plomo.....	26
4.2.1. Comportamiento de los principales factores climáticos en relación a la concentración de Pb.....	26
4.2.2 Intensidad de flujo vehicular en la zona de estudio y su relación a la concentración de Plomo	30

4.2.3 Mapa Georreferenciado de la concentración de Pb en la zona de estudio	32
4.2.4 Mapas georreferenciados de la concentración de Pb por mes	33
5. DISCUSIÓN	34
6. CONCLUSIONES	37
7. RECOMENDACIONES	38
8. BIBLIOGRAFÍA.....	39
9. ANEXOS.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales fuentes de contaminación atmosférica.....	5
Tabla 2. Tipos de partículas en función de su tamaño	8
Tabla 3. Límites permisibles para Plomo en sedimentos	11
Tabla 4. Contenido de plomo en la gasolina extra y súper (NTE- INEN)	12
Tabla 5. Muestras seleccionadas y codificadas	18
Tabla 6. Concentración de cadmio y plomo	25
Tabla 7. Concentración de Pb y valores de los factores climáticos.....	27
Tabla 8. Valores de la concentración de Plomo (mg/kg) y el número de vehículos que circulan por la Av. Universitaria y Av. Manuel Agustín Aguirre.	31

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	17
Figura 2. Lavado y limpieza de material de laboratorio.....	20
Figura 3. Preparación de reactivos para la digestión de muestras	20
Figura 4. Colocación del ácido en el recipiente con la muestra de sedimento.	21
Figura 5. Aplicación de contenedores en el Microondas de digestión	21
Figura 6. Extracción de las muestras digeridas	21
Figura 7. Almacenamiento de muestras digeridas.....	21
Figura 8. Concentración mensual de Pb	26
Figura 9. Correlación de la concentración de Pb y el factor temperatura	28
Figura 10. Correlación de la concentración de Pb y el factor precipitación.....	28
Figura 11. Relación de la concentración de Pb mensual y el factor humedad relativa. .	29
Figura 12 Relación de la concentración de Pb mensual y el factor velocidad del viento.	30
Figura 13. Relación de la concentración de Pb mensual y la circulación vehicular.....	31
Figura 14. Mapa georeferenciado de la concentración de Pb.....	32
Figura 16. Concentración de Pb en el mes de marzo.....	33
Figura 15. Concentración de Pb en el mes de febrero.....	33
Figura 18. Concentración de Pb en el mes de mayo.....	33
Figura 17. Concentración de Pb en el mes de abril.	33

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla detallada con coordenadas de los puntos de muestreo.....	45
Anexo 2. Peso de muestras incineradas.....	46
Anexo 3. Valores de concentración de Cadmio y Plomo mg/l.....	46
Anexo 4. Valores del clima de Loja en el mes de febrero, marzo, abril y mayo.....	47
Anexo 5. Resultado de concentración de Plomo por calle.	47
Anexo 6. Circulación vehicular en el centro de la urbe Av. Universitaria.....	48
Anexo 7. Circulación vehicular en el centro de la urbe Av. Manuel Agustín Aguirre ..	49
Anexo 8. Procedimiento para preparación de muestras	50
Anexo 9. Procedimiento digestión de muestras	50
Anexo 10. Registro fotográfico	51
Anexo 11. Informe de resultados de la determinación de Pb y Cd.....	52

**EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL
POLVO SEDIMENTABLE EN EL
CENTRO DE LA CIUDAD DE LOJA**

RESUMEN

La contaminación atmosférica es uno de los mayores problemas ambientales que se enfrenta en la actualidad, debido principalmente al desarrollo urbano. El presente estudio considero el análisis de la presencia y concentración de plomo y cadmio en 24 filtros recolectores de polvo sedimentable, obtenidos previamente y que corresponden a la zona céntrica de la ciudad de Loja Av. Manuel Agustín Aguirre y Av. Universitaria, desde la calle Cristóbal Colón hasta la calle Alonso de Mercadillo. En la investigación se empleó los métodos desarrollados por la EPA método de compendio IO-3.1 para la selección, preparación y extracción del material del filtro; el método 3051 utilizado para la digestión ácida asistida por microondas de sedimentos, lodos, suelos y aceites y el método IO-3.2 empleado para la determinación de metales en espectrometría de absorción de partículas, para la determinación de la relación entre los factores climáticos y la concentración de Pb y Cd se aplicó la correlación lineal de Pearson mediante el programa Minitab®. Los resultados de la concentración de Cd arrojaron valores por debajo de los límites de detección (<0.001) por lo cual no se pudo determinar este metal. Los valores más elevados de Pb en los sedimentos fueron los encontrados en las muestras con código P45/11A que corresponde al mes de marzo al tramo de la calle Miguel Riofrío hasta la calle Azuay con una concentración de 20,18 mg/kg y la muestra P43/22J que pertenece al mes de mayo y al tramo que va desde la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Miguel Riofrío con una concentración de 18,57 mg/kg, a pesar de ser las concentraciones más elevadas encontradas en el análisis de concentración, aún se encuentran por debajo de los límites permisibles en sedimentos, a excepción del rango de limite permisible expuesto por la administración oceanográfica y atmosférica de los Estados Unidos NOAA que propone un rango de entre 4 mg/kg hasta 17 mg/kg. En el país no existe una normativa que establezca los límites permisibles de metales en sedimentos, por ello, fue necesario aplicar normas internacionales de límites permisibles de metales es sedimentos.

El presente estudio logró establecer la existencia de problemas de contaminación, habiéndose podido determinar la presencia de Plomo en sedimentos acumulados sobre hojas de plantas localizadas en el área de estudio que corresponde a la zona céntrica de la ciudad de Loja.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, sedimentos, Plomo, Cadmio.

ABSTRACT

Air pollution is one of the biggest environmental problems facing today, mainly due to urban development. The present study considered the analysis of the presence and concentration of lead and cadmium in 24 sedimentary dust collection filters, previously obtained and corresponding to the downtown area of the city of Loja Av. Manuel Agustín Aguirre and Av. Universitaria, from the street Cristobal Colón to Alonso de Mercadillo street. The research used the methods developed by the EPA IO-3.1 compendium method for the selection, preparation and extraction of the filter material; the 3051 method used for microwave-assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils and the IO-3.2 method used for the determination of metals in particle absorption spectrometry, to determine the relationship between climatic factors and the concentration of Pb and Cd, Pearson's linear correlation was applied using the Minitab program. The results of the concentration of Cd yielded values below the detection limits (<0.001) so that this metal could not be determined. The highest values of Pb in the sediments were those found in the samples with code P45 / 11A corresponding to the stretch of Miguel Riofrío Street until Azuay Street with a concentration of 20.18 mg / kg and the sample P43 / 22J that belongs to the month of May and the section that goes from Vicente Rocafuerte street to Miguel Riofrío street with a concentration of 18.57 mg / kg, despite being the highest concentrations found in the concentration analysis, they are still below the permissible limits in sediments, with the exception of the permissible limit range set by the oceanographic and atmospheric administration of the United States NOAA that proposes a range of between 4 mg / kg to 17 mg / kg. In the country there is no regulation that establishes the permissible limits of metals in sediments, therefore, it was necessary to apply international standards of permissible limits of metals in sediments.

The present study was able to establish the existence of contamination problems, having been able to determine the presence of lead in accumulated sediments on leaves of plants located in the study area that corresponds to the downtown area of the city of Loja.

Keywords: Air pollution, sediments, Lead, Cadmium.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se posiciona como uno de los principales problemas ambientales que hoy en día afectan a la sociedad (Reyes *et al.*, 2016).

Según el Programa de Naciones Unidas (2007), una de las principales causas de la contaminación atmosférica es la sobrepoblación humana, que a su vez aumenta la demanda de movilidad. Las principales fuentes de contaminación en las zonas urbanas son las industrias, la calefacción y el tráfico vehicular (Martínez y Díaz, 2004). La variación de factores meteorológicos (precipitación, humedad, viento, temperatura) atribuyen a la dispersión o aumento de las concentraciones de contaminantes en el aire (Yepes y Silveira, 2011).

Adicionalmente a esta problemática ambiental se ha relacionado la presencia de sustancias perjudiciales para la salud de la población como el material particulado considerado uno de los cinco contaminantes criterio, proviene de diferentes fuentes, una de las principales relacionada a la utilización de combustibles fósiles, carbón o petróleo como fuentes de energía (Martínez y Díaz, 2004). La zona céntrica de la ciudad de Loja presenta una elevada dinámica de transporte vehicular, que junto a modificaciones de infraestructuras (obras civiles), y la concentración de la actividad comercial inciden a la emisión de partículas atmosféricas (Luzuriaga, 2019), que pueden depositarse en diferentes componentes del entorno como aire, agua, plantas, edificaciones, etc. (García y Guerrero, 2006).

A su vez, el polvo sedimentable puede retener metales pesados como el plomo y cadmio que por ser elevadamente tóxicos pueden producir afecciones: deterioro y daño de órganos vitales, hasta el desarrollo de células cancerígenas (Nava y Méndez, 2011). La Unión Europea en el 2002 prohibió la distribución de gasolina con plomo. En Ecuador a partir de la década de los 90 fue reemplazado el plomo de la gasolina por compuestos aromáticos (Encalada y Ñauta, 2010).

Según la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), conducir un automóvil es la actividad más contaminante realizada por las personas. Los vehículos emiten diversos contaminantes altamente tóxicos, causantes de al menos de 1 500 casos de cáncer en el país por año (Villafuerte y Pabón, 2017). Estudios previos realizados en la ciudad de Loja han determinado que el crecimiento del parque automotor en la ciudad

es el principal factor atribuido a la contaminación atmosférica del centro de la ciudad, debido a la emisión de gases y partículas (Alvarado y Hernández, 2008).

En el país hasta el 2016 el parque automotor incremento en un 57% (INEC, 2016), siendo un posible indicador de la presencia de Pb en el medio. Según el censo de matriculación vehicular (2015), el incremento del parque automotor ha sido acelerado. En el año 2008, Loja contaba con un total de 19 840 vehículos, mientras que para el año 2014 aumento a 42 543 vehículos. En la actualidad existe en el mercado tres tipos de combustibles: gasolina Ecopaís, gasolina Súper y Diésel (Villafuerte y Pabón, 2017). El consumo promedio de gasolina por año/vehículo es de 10 928,9 galones (Vivanco, 2015).

En nuestro país se han realizado pocas investigaciones sobre la contaminación del aire y la escasa valoración de los impactos de la contaminación atmosférica y su efecto sobre la salud de las personas (MAE, 2010). En la ciudad de Loja no se han realizado estudios de monitoreo y control de metales pesados (Pb y Cd) con indicadores de emisiones por tipo de contaminante, por ello, resulta de interés para la sociedad, debido al peligro potencial de intoxicación que estos conllevan (Contreras, 2010).

El presente estudio de investigación busca conocer y valorar la presencia y concentración de plomo y cadmio en muestras de sedimentos con la finalidad de aplicar medidas de prevención por las autoridades locales.

Para ello en la investigación se han establecido los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la presencia y concentración de Pb y Cd en el polvo sedimentable en el centro de la ciudad de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar la concentración de Pb y Cd en muestras de sedimentos en el centro de la ciudad de Loja.
- Determinar los posibles factores que contribuyen a la presencia de Pb y Cd en el centro de la ciudad de Loja.
- Realizar un mapa georreferenciado con la presencia de los contaminantes Pb y Cd.

2. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, el control de la contaminación ambiental ha adquirido gran importancia en la sociedad. El crecimiento acelerado de la población y de sus actividades ha traído consigo consecuencias negativas para el ambiente, lo que afecta los recursos naturales como el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad, etc. Debido a la necesidad de satisfacer sus necesidades, el ser humano ha adoptado medidas de comodidad sin dimensionar el resultado perjudicial que esto produce. El incremento considerable del parque automotor es una preocupación no solamente por la congestión vehicular que ocasiona al transitar por los centros urbanos sino por los contaminantes que emiten los automotores. Las instancias competentes (Ministerio del Ambiente, GAD Municipal, etc.) han desarrollado normativas con el propósito de reducir los impactos negativos resultantes. A continuación se hace una referencia teórica de los aspectos relacionados que permitan una mejor comprensión del tema de investigación.

2.1 La atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve a la tierra, consecuencia de la atracción gravitacional que fija átomos y moléculas a la superficie terrestre. Aunque su estado es gaseoso, también presenta sustancias en estado sólido y líquido (Errázuriz *et al.*, 1998). Tiene un espesor de aproximadamente 2 000 km. Es un sistema dinámico que se encuentra en constante movimiento e intercambio de materia con los océanos y el suelo (Caselli, 2000). Está compuesta principalmente por oxígeno y nitrógeno, las concentraciones de estos gases están determinados por los procesos biológicos, la composición (% en vol.) aproximada del nitrógeno es el 78,08 % mientras que, el oxígeno se encuentra en 20,99 %, otros gases presentes en menor cantidad son el argón (0,93 %), anhídrido carbónico (0,03 %) y otros gases nobles (0,003 %) (Chang y Goldsby, 2013).

Según Gallegó *et al.*, (2012), la estructura de la atmósfera en función de la temperatura y la variación de presión, está dividida en capas denominadas **Troposfera** a la capa próxima a la tierra se extiende de 9 a 15 km, aquí es donde se manifiestan los fenómenos meteorológicos que determinaran el clima, el mismo que puede ser modificado o alterado por la presencia de contaminación atmosférica (Martínez y Díaz, 2004). Uno de los fenómenos más importantes que sucede en esta capa son las células de convección que determinan el clima y el movimiento de las masas de aire (Gallegó *et al.*, 2012). **Estratosfera** esta capa se extiende hasta los 50 km de altura, la temperatura crece

lentamente al inicio hasta llegar a otro punto de inversión (Figuerelo y Dávila, 2004). Llamada capa de ozono, por estar compuesta principalmente de ozono 80% (Martínez y Díaz, 2004). **Mesosfera** se extiende hasta los 90 km de altitud y tan solo representa el 0,1% de la masa de la atmósfera (Gallegó *et al.*, 2012). La temperatura desciende con la altitud alcanzando valores aproximados a 100 °C (Errázuriz *et al.*, 1998). Y la capa **Termosfera** donde se manifiesta el rápido ascenso de temperatura (Errázuriz *et al.*, 1998). Las moléculas de oxígeno y de nitrógeno se disocian transformándose en átomos y fotoionizan otros elementos libres (Gallegó *et al.*, 2012). La atmósfera está expuesta a alteraciones debido a la contaminación que se origina en la superficie de la tierra.

2.2 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de agentes que alteran la composición de la atmósfera, en cantidad suficiente para provocar efectos nocivos sobre la salud humana, vegetación, bienes y medio ambiente, aumentando aceleradamente su deterioro (Segura, 2013). El proceso de contaminación atmosférica se desarrolla en tres pasos fundamentales: **emisión** del contaminante al aire con una velocidad, que es la masa que emite de contaminante por unidad de tiempo, **procesos** de dispersión, transporte y transformación que sufre el contaminante en el aire y **efectos** que ocasiona en las superficies receptoras donde se depositan los contaminantes (Encinas, 2011).

La contaminación atmosférica es introducida en el medio de forma natural o como resultado de la acción antrópica correspondiente a actividades humanas especialmente la utilización de combustibles y sus derivados, y generada por fenómenos naturales como incendios forestales, erupciones volcánicas, espuma de mar, etc. (Segura, 2013). Las fuentes antrópicas contribuyen más al vertido de contaminantes, causado principalmente por la producción de energía ya sea fija o móvil (Figuerelo y Dávila, 2004).

A continuación en la tabla 1. se exponen las fuentes naturales y antropogénicas más significativas en la contaminación atmosférica.

Tabla 1. Principales fuentes de contaminación atmosférica.

Fuentes naturales	Fuentes antropogénicas	
	Fijas	Móviles
Volcanes	Centrales térmicas	Vehículos a diésel
Incendios forestales	Centrales nucleares	Vehículos a gasolina
Plantas en descomposición	Procesos industriales	
Océanos	Incineración de residuos	
Suelos	Calefacciones domesticas	
Tormentas eléctricas	Quema de la biomasa	

Fuente: Encinas, 2011.

Los contaminantes presentes en la atmósfera se pueden clasificar según la fuente de la cual proviene, pueden ser primarios al proceder directamente de la fuente de emisión o secundarios, cuando se originan por reacciones químicas entre dos o más contaminantes primarios, o entre contaminantes primarios y constituyentes naturales de la atmósfera (Encinas, 2011). La contaminación que se presenta en la atmósfera se determina por el estado y movimiento de masas de aire, al condicionar la estabilidad o inestabilidad atmosférica facilitan o al contrario dificultan la dispersión del contaminante (Orozco *et al.*, 2011). Existen características estructurales, características morfológicas y la dinámica del ambiente que influyen en la dispersión de los contaminantes (Aranguéz *et al.*, 1999).

2.2.1 Dispersión de contaminantes

La contaminación que se presenta en la atmósfera se determina por el estado y movimiento de masas de aire, al condicionar la estabilidad o inestabilidad atmosférica facilitan o al contrario dificultan la dispersión del contaminante (Orozco *et al.*, 2011).

Gradiente vertical de temperatura: El gradiente térmico es un factor fundamental para la dispersión de contaminantes, en términos generales la situación normal ocurre cuando la temperatura disminuye con la altura (Orozco *et al.*, 2011). El gradiente de temperatura define la estabilidad de la atmósfera, si la temperatura desciende bruscamente, la atmósfera se vuelve inestable favoreciendo así a la dispersión de los contaminantes atmosféricos. Por otro lado la estabilidad atmosférica favorece a la inversión térmica que impide la dispersión de los contaminantes (Pérez y Alonso, 1998).

La estabilidad vertical contribuye a la dispersión de contaminantes. Una atmósfera presenta estabilidad vertical al comparar el gradiente vertical de temperatura con el gradiente adiabático del aire (no intercambia calor con el entorno). Cuando una masa de aire se mueve verticalmente, los cambios son adiabáticos ya que el aire es mal conductor del calor y la masa de aire tiende a mantener su identidad térmica. La proporción con que desciende la temperatura de una masa de aire que se eleva y expande se denomina gradiente adiabático del aire seco ($9.8^{\circ}\text{C}/\text{Km}$). El descenso de temperatura termina saturando el aire y produciendo condensación, con lo que se libera calor que calienta el aire compensando en parte el descenso de temperatura debido al gradiente adiabático del aire seco, por ello el gradiente adiabático del aire saturado es menor. Este gradiente adiabático del aire saturado varía con la temperatura (Sánchez, 1992).

Turbulencia: Es la irregularidad del movimiento del viento, se caracteriza por el cruce de las trayectorias de las masas de aire y por la superposición de una fluctuación irregular, aleatoria y no reproducible de la circulación media del viento. La mezcla más importante en la tropósfera es la dispersión de tipo torbellino que aumenta el efecto de dispersión y dilución de los contaminantes (Pérez y Alonso, 1998). Es la principal responsable de los procesos de transferencia de las diversas magnitudes físicas importantes como la humedad, el calor, la masa, o la concentración de cualquier contaminante (López, 2004).

Velocidad y dirección del viento: Es el movimiento de aire causado por el calentamiento diferencial de la superficie terrestre y la atmósfera (Martínez, 2010). Disgrega la contaminación emitida en el lugar de emisión, por lo tanto la ausencia de viento contribuye a la acumulación de los contaminantes cerca de las fuentes (Pérez y Alonso, 1998). Mientras mayor sea la magnitud, mayor será la fuerza y dirección; la dirección y sentido indicarán el camino que tomará el contaminante (Orozco *et al.*, 2011).

Precipitación: Se define como las aguas meteorológicas que se depositan en la superficie de la tierra (Segerer y Vollodas, 2006). Procedente del cambio de estado del vapor de agua de una masa de aire que, al ascender en la atmósfera, se enfría hasta llegar al punto de saturación, este fenómeno se lleva a cabo mediante sistemas convectivos o convergentes resultantes de radiaciones que producen el calentamiento o enfriamiento de la atmósfera (Rodríguez, Benito y Pórtela, 2004).

Coefficiente de rugosidad: La rugosidad de la superficie de la tierra sirve de sumidero de la cantidad de movimiento del flujo atmosférico (Rodríguez, 1989). Este coeficiente es la altura donde la velocidad del viento se hace cero. La longitud de rugosidad de una determinada superficie no depende de la velocidad del viento, ni de la estabilidad, o del esfuerzo. Puede variar al cambiar el tipo, la altura o la cobertura de vegetación. En todos los casos, la longitud de rugosidades siempre inferior a la altura física de los elementos rugosos (Marreno, 2011).

Existen cinco contaminantes que aportan con el 95 % total de contaminación son: el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el material particulado (Caselli, 2000); se los denomina contaminantes criterio.

2.2.3 Contaminantes criterio

Según Orozco *et. al.* (2011), la composición química del aire se mantiene constante, resultado de procesos biogeoquímicos y transformaciones cíclicas, que se autoregulan mediante diferentes mecanismos; no obstante, las actividades humanas afectan, movilizan y rompen su equilibrio. Bustos (2004), manifiesta Los contaminantes criterios son el conjunto de trazas compuestos por:

Dióxido de Azufre: La atmósfera está compuesta por una extensa diversidad de compuestos, entre ellos se tiene al azufre conjuntamente con sus derivados más importantes como son el dióxido de azufre gaseoso, el ácido sulfúrico y los sulfatos. La fuente de emisión de dióxido de azufre es la combustión del carbón que contiene azufre, al oxidarse forma ácido sulfúrico, principal generador de la lluvia acida (Fernandéz, 2000).

Óxidos de Nitrógeno: Están constituidos en un 90-95 % por el monóxido de nitrógeno (NO) y por el dióxido de nitrógeno (NO₂). Es un buen indicador del tráfico automovilístico siendo el principal responsable de su emisión. El resto proviene de las fuentes fijas de combustión como las centrales térmicas de producción eléctrica, las instalaciones de calefacción e incineradoras (Pérez y Alonso, 1998).

Monóxido de Carbono: Es un gas que se produce por combustión incompleta de hidrocarburos, y de forma natural por oxidación del metano por parte del radical OH en la atmósfera. Tiene efectos perjudiciales sobre la salud humana por su elevada capacidad de asociar con la hemoglobina (200 veces mayor que la del oxígeno), su combinación forma entonces una molécula inútil en el transporte de oxígeno denominada carboxihemoglobina (Henrichs, 1992). Es el contaminante más abundante en la troposfera (Encinas, 2011).

Ozono: Es un constituyente natural de la atmósfera, se convierte en un gas contaminante cuando sus concentraciones sobrepasan los límites permisibles. Proviene principalmente de industrias químicas. Es un contaminante secundario que se forma por reacciones químicas entre hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (Gavidia, Pronczuk y Sly, 2009).

Material particulado: está constituido por partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, puede ser producido por motores ciclo diésel o la combustión incompleta de combustibles sólidos (madera y carbón) (Sbarato, Sbarato y Ortega, 2000). Puede comprender metales, compuestos orgánicos e inorgánicos, muchas de estas partículas sufren transformaciones en la atmósfera. Las partículas atmosféricas pueden ser de origen natural provenientes de fenómenos naturales (erupciones volcánicas, erosión del suelo, emisiones de material biológico fraccionado) o antropogénico generado por las actividades del hombre (quema de combustibles fósiles) (Aragón, 2011).

Se denominan a las partículas según su tamaño y pueden ser desde ultra finas, finas, gruesas, extra gruesas o partículas totales en suspensión. (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de partículas en función de su tamaño

Descripción	Tamaño de partícula
Partículas totales en suspensión	100 μm
Extra gruesas o sedimentable	$D_a > 50\mu\text{m}$
Gruesas (PM 2,5- 10)	$2,5 \mu\text{m} < D_a \leq 5 \mu\text{m}$
Finas (PM 0,1- 2,5)	$0,1 \mu\text{m} < D_a \leq 2,5 \mu\text{m}$
Ultra finas (0,1)	$D_a \leq 0,1 \mu\text{m}$

Fuente: EPA, 2006.

Existe un tipo de partículas denominadas aerosoles, son una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera. Algunas partículas son lo suficientemente grandes y otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Pueden producir problemas respiratorios (Vázquez, 2006).

2.3 Polvo sedimentable

Se encuentra conformado por partículas sólidas contaminantes de un diámetro equivalente a 10 micras ($D \geq 10 \mu$); tamaño y peso que está dentro de la influencia de la fuerza de atracción gravitatoria terrestre, su composición química resulta de un componente orgánico generado por microorganismos o residuos, e inorgánico formado por erosión de las rocas y precipitación de sales disueltas (Hakanson, 1994). Las partículas más finas tienen mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio por lo tanto son las más perjudiciales, estas partículas tienden a sedimentarse y se depositan sobre superficies cercanas, alteradas por condiciones meteorológicas del lugar y transportado por flujos turbulentos a otras zonas (Marcos *et al.*, 2007).

Según Aragón (2011). Las partículas de origen antropogénico contienen elementos pesados en su composición química como plomo, zinc, cadmio, níquel entre otros. Son constituyentes naturales de la corteza terrestre, sin embargo se han visto alterados por actividades humanas que han modificado sus ciclos bioquímicos y geoquímicos (Moreno, 2003). El polvo sedimentable puede convertirse en receptores de metales pesados que se encuentran dispersos en el aire alterando la composición fisicoquímica del sedimento, a gran concentración son perjudiciales para la salud (Hernández y Navarro, 2012).

2.4 Metales en polvo sedimentable

Los metales considerados tóxicos y de alto riesgo para el ambiente por su difícil degradación son: el Mercurio, Cadmio y Plomo, estos a su vez al aumentar en el ecosistema, disminuyen las posibilidades de los organismos de sobrevivir (Márquez *et al.*, 2012). Son elementos químicos que tienen un peso atómico comprendido entre 63.55 g (Cu) y 200.59 g (Hg), y que presentan un peso superior a 4 g/cm^3 . Lo que hace tóxicos

a los metales pesados no son en general sus características esenciales, sino las concentraciones en las que pueden presentarse en el medio (Adriano, 2001).

Los metales pesados ingresan en el cuerpo humano a través de los alimentos, el agua y el aire. Algunos metales pesados como Cu, Se y Zn son esenciales para mantener el metabolismo en el cuerpo (Tokalioglu y Kartal, 2006). Sin embargo metales como el Pb, Co, Cr y Cd se consideran peligrosos que pueden acumularse en el cuerpo humano, que podrían estar asociados con varios tipos de cáncer (Onder y Dursun, 2006).

La persistencia de metales pesados en el medio ambiente al igual que otros contaminantes metálicos, impacta negativamente a la flora y fauna, con repercusiones indeseables para los humanos. La Agencia para la Protección Ambiental- EPA entre 1980 al 1984 ha realizado numerosos estudios sobre la toxicidad y bioacumulación en plantas y animales acuáticos, estos estudios explican ampliamente los efectos biológicos de la contaminación por metales pesados (Peña, Palacios y Ospina, 2005). Los sedimentos pueden actuar como portadores y posibles fuentes de contaminación de metales. Por lo tanto, el contenido de metales en sedimentos indica la calidad de los sistemas medioambientales (Cabrera, 2018).

Según estudios realizados, los vehículos pueden liberar una cantidad de metales pesados que se consideran una de las principales fuentes de contaminación de metales pesados en el entorno urbano (Duong y Lee, 2011). Los metales pesados producidos por la quema de combustible, el escape de los vehículos y la abrasión de las ruedas y los frenos pueden depositarse como polvo mediante deposición atmosférica (Thorpe y Harrison, 2008; Aragón, 2011).

En la ciudad de Loja se ha observado un crecimiento demográfico, lo cual provoca una creciente demanda de transporte sea mediante el uso de vehículos privados o públicos. Al aumentar descontroladamente el parque automotor, se presentan problemas principalmente a la salud de la ciudadanía producto de la generación de emisiones de gases y partículas en el aire, además de la congestión vehicular en el casco céntrico de la ciudad (PNUMA; Municipalidad de Loja; Naturaleza y Cultura Internacional, 2007).

Los metales pesados Pb y Cd, sus derivados pueden producir efectos adversos a la salud, e interactuar y alterar las moléculas indispensables para los procesos bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano (Romero, Olite y Álvarez, 2006).

2.4.1 Plomo

Es un elemento frecuente en la litósfera y, su contenido en la corteza terrestre es aproximadamente de unos 15 µg/g. Los minerales de silicatos, feldespatos y magnetitas son notables sumideros de plomo en los sedimentos. Una de las principales fuentes de contaminación del ambiente con plomo es el proveniente de la combustión de la gasolina, se usa como antidetonante, lo que puede representar una vía importante de entrada en la cadena alimenticia al consumir los animales de áreas contaminadas (Adriano, 2001). Es usado en la manufactura de baterías, en la fabricación de municiones, productos metálicos como tuberías, soldadoras y pigmentos. Los compuestos de plomo son usados en la producción de vidrios, cerámicas, estabilizadores de plásticos y pinturas. El uso de plomo en gasolinas (tetraetilo de plomo), en tuberías, latas de comida y pinturas, fue eliminado y prohibido hace más de 20 años debido a efectos tóxicos para el medio ambiente y el ser humano (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008).

Si bien es cierto, no existe información amplia sobre los límites permisibles de metales pesados en sedimentos, sin embargo instituciones internacionales han propuesto rangos de los límites máximos permisibles, que se presentan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Límites permisibles para Plomo en sedimentos

Norma		SQG Pb (mg/kg)
	NOM	400
CEQG	ISQG	35
	PEL	91,3
	NOAA	4-17
	TEL	35
	EC-TEL	30,2
	ANZECC ISQG-low	50
	Hong Kong ISQG-low	75

SQG Directriz de calidad de sedimentos (sediments quality guideline)
NOM Norma oficial Mexicana 147-SEMARNAT/SSA1-2004
CEQG Guías de calidad ambiental Canadiense (*Canadian Environmental Quality Guideline*)
ISQG Guía provisional de calidad del sedimento (*Interim Sediment Quality Guideline*)

Continuación de la **Tabla 3.**

PEL Nivel de efecto probable (<i>Probable Effect Level</i>)
NOAA administración Oceanográfica y atmosférica de los Estados Unidos (<i>National Oceanic and atmospheric administration</i>)
TEL Nivel de efecto umbral (<i>threshold effec level</i>)
EC Medio ambiente Canadá (<i>Environmetal Canada</i>)
ANZECC Consejo ambiental y de conservación de Australia y Nueva Zelanda (<i>Australian and New Zealand environmetal and conservation council</i>)
ISQG (Directrices provisionales de calidad de sedimentos <i>Interim sediment quality guidelines</i>)

Los niveles de plomo se han incrementado al menos más de 1 000 veces en los últimos tres siglos como resultado de la actividad humana (Agency for Toxic Substance and Disease Registry, 2005). El aditivo tetraetilo de plomo, fue descubierto y aplicado en la segunda guerra mundial, por sus propiedades que mejoraban la lubricación necesaria al sistema valvula- asiento del motor y ayudaba a incrementar el octano de la gasolina (Encalada y Ñauta, 2010).

En el Ecuador a partir de la década de los 90 se empezó a distribuir gasolina sin contenido de plomo (Armendaris, 2007). El Tricarbonilo Metilciclopentadienilo De Manganeso (MMT) es aditivo metálico usado como sustituto del tetraetilo del plomo, es comercializado para mejorar el octanaje de la gasolina. También se ha sugerido para el uso en el combustible diésel como aditivo para reducir el humo (Segura, 2013). En la actualidad se ha establecido el límite máximo permisible de contenido de Pb en la gasolina Extra y Súper, detallado en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido de plomo en la gasolina extra y súper (NTE- INEN)

Parámetro	Gasolina	
	Extra	Súper
Contenido de plomo (g/L)	Máx. \pm 0.013	Máx. \pm 0.013

Fuente: Dirección regional de hidrocarburos

Efectos del Plomo en la salud humana

Según la EPA (2018), el plomo es un elemento que se presenta de manera natural y que en concentraciones elevadas puede ser dañino para los seres humanos cuando es ingerido o inhalado; puede hallarse en todas las partes del entorno ambiente: aire, tierra, agua, sedimentos y dentro de nuestros hogares. La exposición al plomo afecta al sistema nervioso y puede causar desde problemas conductuales y discapacidades del aprendizaje,

hasta convulsiones y muerte. Lo más afectados son los niños menores de 6 años, en los que puede causar:

- Daño al cerebro y al sistema nervioso
- Problemas de comportamiento y aprendizaje, como la hiperactividad
- Desarrollo desacelerado
- Problemas de la audición
- Dolores de cabeza
- Anemia (United States Environmental Protection Agency, 2018).

2.4.2 Cadmio

El cadmio que se emite a la atmósfera se deposita en la tierra, suelo y agua de las zonas cercanas a las fuentes de emisión; el cadmio es ingerido por los organismos y transportados a todos los eslabones de las cadenas alimenticias. En aguas superficiales, el cadmio se presenta como ion libre, en este medio se une a la materia particulada. Cuando las aguas dulces llegan al mar, el ion cadmio al igual que los iones de otros metales pesados, tienden a depositarse en los sedimentos y así queda limitado a las aguas de las costas y los estuarios (Bonilla *et al.*, 2005).

El cadmio es utilizado en materiales (pigmento de plásticos, cerámica y vidrio) industriales y domésticos. El uso predominante de cadmio es como material activo en baterías de níquel-cadmio 83 %. En menor proporción, se lo emplea como estabilizadores de plásticos frente a calor y luz (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008). Se estima que 300,000 Ton/año. de cadmio son liberadas al medio ambiente, de las cuales 4,000 a 13,000 Ton. son originadas de las actividades humanas. Las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación por cadmio incluyen emisiones industriales; así como, la aplicación de fertilizantes y aguas negras en sembradíos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008).

Efectos del Cadmio en la salud humana

Se pueden determinar de acuerdo al tiempo y modo de exposición. La inhalación de grandes cantidades puede inducir a fiebre, alteraciones digestivas, dolor torácico, disnea y edema agudo del pulmón lo cual puede ocasionar la muerte por insuficiencia respiratoria. También puede ocasionar:

- Anemia
- Albuminuria y Anuria (Pérez y Azcona, 2012).

2.5 Métodos utilizados para el análisis de plomo y cadmio

En el análisis de metales se emplea técnicas e instrumentación adecuadas, así como se desarrollan métodos analíticos confiables que permiten alcanzar los límites de detección y cuantificación de los metales plomo y cadmio.

La EPA ha desarrollado métodos para la determinación de metales en filtros de polvo sedimentable. Los métodos que se implementaron en esta investigación se basaron en lo establecido en los métodos: US-EPA Método de compendio IO-3.1 “Selección, preparación y extracción del material del filtro”; el método 3051 “Digestión ácida asistida por microondas de sedimentos, lodos, suelos y aceites” y el Método IO-3.2 “Determinación de metales en espectrometría de absorción de partículas” (Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, 1997).

2.5.1 Extracción por microondas

La extracción por microondas es un método rápido y eficiente que permite realizar extracciones a elevadas temperaturas y presión, la energía del microondas permite calentar los ácidos que se encuentren en contacto con las muestras, para transferir la muestra a estado líquido (American Laboratory, 1994).

El microondas está compuesto por el generador (magnetron), un divisor de haz y los recipientes para las muestras. Las muestras son colocadas en recipientes cerrados de Teflón. El magnetron emite energía electromagnética hacia los viales pasando por el divisor de haz, de esta forma las moléculas de solvente absorben la radiación y se calientan, provocando que los analitos se separen de su matriz y pasen al solvente (Maldonado, 2012).

2.5.2 Espectroscopía por absorción atómica

Es un método utilizado para la detección y determinación de elementos químicos, particularmente de elementos metálicos. Los compuestos, para su examen, deben ser descompuestos en los átomos que los constituyen. Ello se realiza por pulverización en una llama a alta temperatura. Un rayo luminoso de una cierta longitud de onda, producido por un tipo especial de lámpara, se dirige a lo largo del eje longitudinal de una llama plana y hacia un espectrofotómetro. Simultáneamente, la solución de la muestra es aspirada hacia el interior de la llama. Antes de entrar en ésta, la solución es dispersada (Walton, 2005).

2.5.3 Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

La espectroscopía de absorción atómica de llama es la forma más utilizada de la espectroscopia atómica. Por medio de esta, muchos iones metálicos pueden determinarse fácilmente en niveles de mg/kg lo que se ha convertido en un procedimiento experimental simple relativamente. En la práctica, la técnica se basa en una fuente de átomos elementales o iones que están electrónicamente excitados por la luz monocromática, la absorción que se produce se mide por el instrumento (Rocha, 2000).

2.6 Sistema de información geográfica S.I.G.

La representación del mapa georreferenciado se hizo mediante una interpolación de Kriging, se define como una herramienta informática adecuada y extendida para el uso y manejo de información geográfica, permite almacenar datos espaciales para capturar, almacenar, consultar, analizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica para ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos, también provee las herramientas necesarias para consultar y analizar los datos y presentar los resultados como mapas con calidad de presentación (Olaya, 2014). Para la creación del mapa se utilizó el método de interpolación Kriging ordinario que desconoce el valor medio de la constante, este método de interpolación está basado en modelos estadísticos, es decir que incluyen las relaciones estadísticas entre puntos o presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie (Porrás, 2009).

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La presente investigación se ejecutó en la ciudad de Loja, cantón y provincia de Loja, ubicada al Sur de la Región Interandina (Sierra) de la república del Ecuador (Sudamérica). El “valle de Cuxibamba” lugar de asentamiento de la ciudad se sitúa a 2.100 m.s.n.m., y a 04° 30' 38" de latitud Sur y 79° 05' 58" de longitud Oeste (PNUMA, 2007). Tiene una extensión de 52 km² y sus límites son los siguientes:

- Al norte: Loma de Zalapa
- Al sur: Cajanuma
- Al este: Cordillera oriental de los Andes
- Al oeste: Cordillera occidental de los Andes.

La ciudad de Loja se caracteriza por tener clima temperado-ecuatorial subhúmedo con una precipitación media anual de 900 mm y su precipitación pluvial se encuentra relacionada con la estación del año, la temperatura media anual del aire varía de 16 y 21°C (PNUMA, 2007), predominan los vientos de dirección norte, noreste y este (Municipio de Loja, 2014).

3.2 Descripción de la zona de estudio

La investigación se realizó en la zona céntrica de la ciudad de Loja, a lo largo de la Av. Universitaria y Av. Manuel Agustín Aguirre, desde la calle Alonso de Mercadillo hasta la calle Cristóbal Colón. El material particulado se obtuvo de la investigación realizada por Luzuriaga (2019), de la zona de estudio de esta investigación (norte, centro y sur de la ciudad), se analizó exclusivamente la zona céntrica de la ciudad de Loja por ser la zona de más afluencia vehicular. Los filtros de material particulado pertenecían a las hojas de los arbustos Flor de Rey (*Hibiscus rosa-sinenses L.*) de los bordes del río Malacatos.

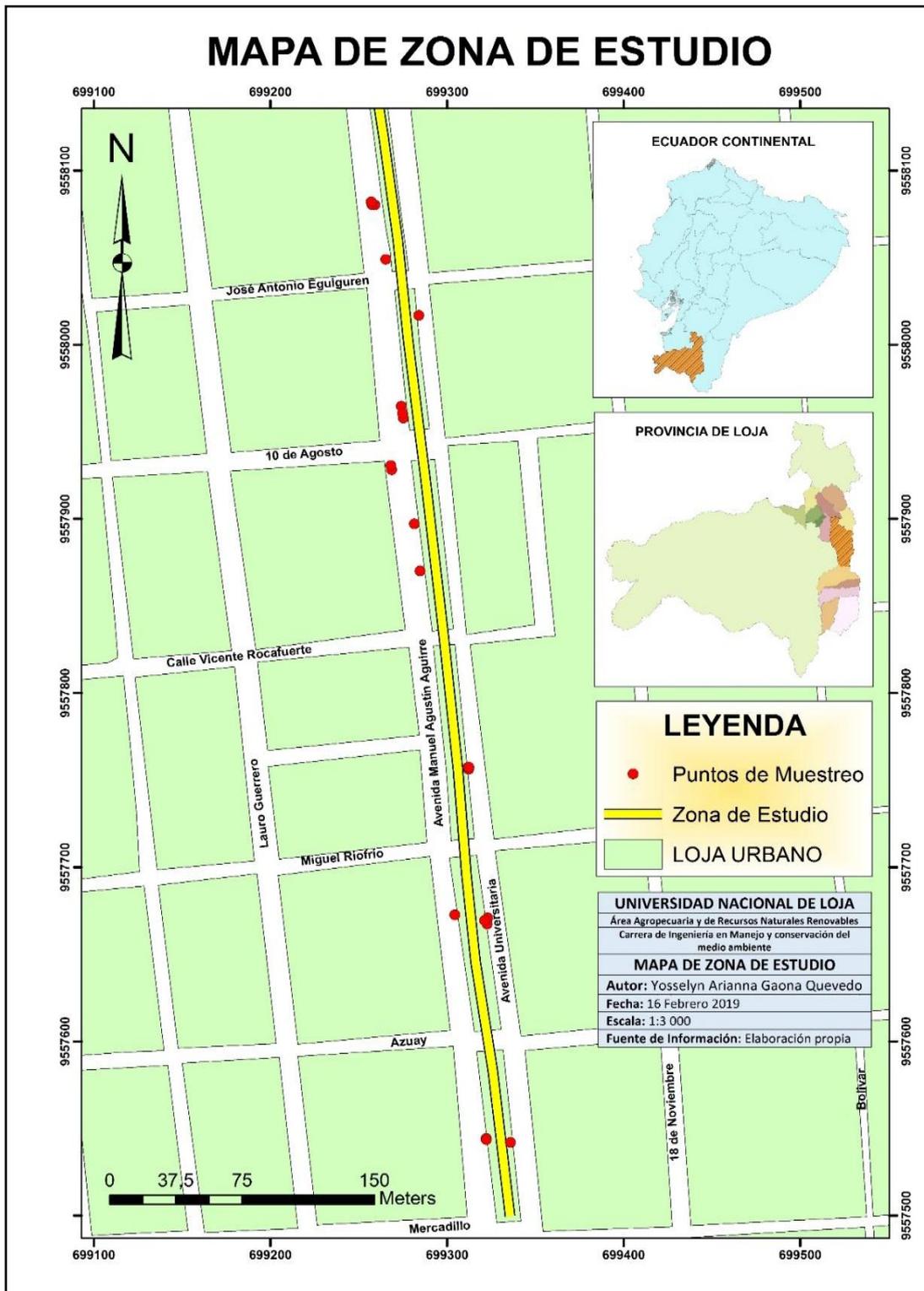


Figura 1. Ubicación del área de estudio
Fuente: Elaboración propia

Los materiales necesarios para la determinación de presencia y concentración de Cd y Pb se describen brevemente a continuación

3.3 Materiales

Para el levantamiento de información, procesamiento y análisis de muestras, realizado en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional de Loja se utilizaron los siguientes equipos: la mufla de alta temperatura 200 °C, marca EUROTHERM, la balanza analítica que permite medir pequeñas masas, microondas de digestión QLAB PRO Microwave Digestion System, la bomba al vacío que se encarga de la extracción de moléculas de gas de un volumen, la centrifugadora que separa los componentes constituyentes de una sustancia, sistema de porta filtros para pequeñas producciones; los reactivos ocupados en la digestión ácida asistida por microondas fueron el ácido nítrico concentrado, ácido clorhídrico y agua tipo I (Fig.3 Fig.4).

3.4 Selección de Filtros recolectores a analizar

Se pudieron identificar y pesar los filtros recolectores con mayor contenido de polvo sedimentable (obtenidos previamente). Se seleccionaron 24 filtros recolectores codificándolos (Tabla 5) por su mes de recolección (Febrero, Marzo, Abril y Mayo) y el tramo de donde fue extraído. Obteniendo así 4 muestras por cada tramo en los cuatro meses y 6 muestras por mes.

Tabla 5. Muestras seleccionadas y codificadas

Mes	Cód. muestra	Tramo
Febrero	P25/1M	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	P31/2M	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	P36/3M	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	P43/4M	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	P48/5M	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	P52/6M	Calle Azuay/ Calle Mercadillo
Marzo	P25/7A	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	P31/8A	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	P35/9A	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	P43/10A	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	P45/11A	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	P52/12A	Calle Azuay/ Calle Mercadillo

Mes	Cód. muestra	Tramo
Abril	P26/13M	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	P31/14M	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	P34/15M	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	P43/16M	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	P48/17M	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	P55/18M	Calle Azuay/ Calle Mercadillo
Mayo	P25/19J	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	P32/20J	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	P34/21J	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	P43/22J	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	P48/23J	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	P52/24J	Calle Azuay/ Calle Mercadillo

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la codificación de las muestras se realizó la preparación y extracción de las muestras de los filtros recolectores.

3.5 Preparación y extracción de muestras

Se aplicó el método de compendio IO-3.1 propuesto por la EPA, de extracción de muestra de filtro. Para empezar el análisis de laboratorio de las 24 muestras seleccionadas, se calculó el peso de los filtros con las muestras de polvo sedimentable, se procedió a cortar los filtros en pequeños trozos con precaución para evitar la pérdida de material particulado, se separa y guarda unas tiras del filtro trozado como muestras testigo. El resto de filtro trozado pasará por un proceso de incineración en la mufla marca EUROTHERM del laboratorio de Análisis Químico de la UNL con la finalidad de extraer la totalidad del polvo sedimentable del filtro, para el proceso de incineración fueron colocadas las muestras trozadas en capsulas para introducir las en la mufla con temperatura inicial de 150 °C hasta llegar a 400 °C en dos horas. Posterior al proceso de incineración se realiza el pesaje de las muestras para proceder a la digestión utilizando la técnica de extracción con microondas. (Anexo 8)

3.5.1 Digestión ácida asistida por microondas

La digestión de las muestras se realizó en el microondas marca QLAB PRO Microwave Digestion System, del laboratorio de Análisis Químico de la UNL Cada muestra de sedimento se somete al proceso de digestión empleando

las condiciones establecidas en el método de extracción de la EPA 3051 que plantea el uso de 30 ml de ácido nítrico y ácido clorhídrico concentrado aforando a 40 ml con agua tipo I y un tiempo de 5 minutos y 30 segundos a una potencia del 100%. El ciclo de calentamiento requiere que las muestras se calienten a 175 °C en 5 minutos y 30 segundos y luego se eleve lentamente entre 175 °C y 180 °C en 4 minutos y 30 segundos. (Fig. 5)

Se aplica filtración al vacío luego de realizar la respectiva digestión, para posteriormente proceder al acondicionamiento de muestras.

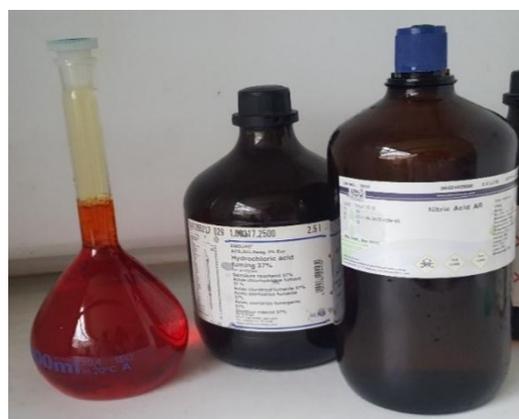
La mezcla de los ácidos nítrico y fluorhídrico es muy adecuada para obtener buenos resultados en una gran variedad de elementos incluyendo el Al, Si, Fe, Ti, V, Mn, Ni, Co, Cr, y Zn. Asimismo la mezcla de estos ácidos proporciona también excelente recuperación de elementos. (Anexo 9)



Figura 2. Lavado y limpieza de material de laboratorio
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Preparación de reactivos para la digestión de muestras



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Colocación del ácido en el recipiente con la muestra de sedimento.

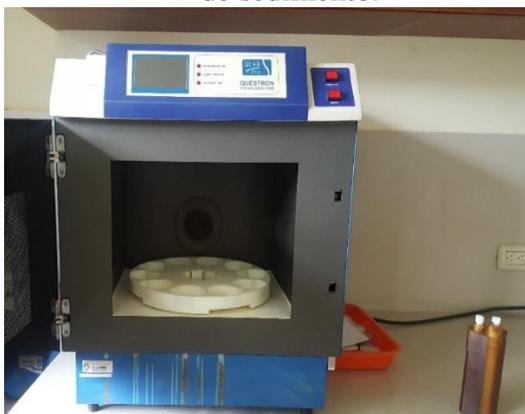


Figura 5. Aplicación de contenedores en el Microondas de digestión

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Extracción de las muestras digeridas

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Almacenamiento de muestras digeridas.

Fuente: Elaboración propia.



La determinación de la presencia y concentración de Pb y Cd se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica Particular de Loja (Anexo 11), debido a que el equipo utilizado para realizar las lecturas de los metales de la UNL no se encontraba en las condiciones óptimas para el proceso de análisis.

La determinación de concentración de Pb y Cd se realizó con el método de absorción atómica con el equipo Perkin Elmer, modelo AA400 con el horno de grafito como atomizador, la muestra fue inyectada, en el centro del tubo de grafito y es calentada

en tres etapas: secado del solvente, pirolisis para remover la matriz y finalmente, la atomización del elemento.

Una vez obtenidos los resultados de las lecturas de Pb y Cd de las 24 muestras (mg/l), se aplicó la fórmula para calcular la concentración del metal (mg/kg).

Fórmula

$$M = \frac{CM \times Vm}{Pm}$$

De donde:

M= Metal (mg/kg)

CM= Concentración de metal (mg/l)

Vm= Volumen de muestra (L)

Pm= Peso de la muestra (kg)

3.6 Determinación los posibles factores que contribuyen a la presencia de Pb en el centro de la ciudad de Loja.

La presencia y concentración de metales pesados como el Plomo y Cadmio en el polvo sedimentable pueden ser procedentes de diversas fuentes, luego de un análisis de observación en la zona de estudio se pudo determinar que entre los factores de mayor influencia en la presencia y concentración de dichos metales en el centro de la ciudad de Loja está el parque automotor, al ser la zona comercial de la ciudad, el flujo vehicular aumenta en la zona, por otro lado, en esta zona no existen construcciones que modifiquen los valores obtenidos de concentración, y la ausencia de industrias en la ciudad fijan al parque automotriz como principal generador de contaminantes.

Otra variable que se tomó en cuenta fueron los factores climáticos de la ciudad debido a que estos modifican el proceso de dispersión de contaminantes.

3.6.1 Análisis de correlación entre la concentración de Pb y los factores climáticos.

Para estimar la incidencia climática sobre la concentración de contaminantes en las muestras estudiadas, se obtuvo los valores de los meteoros: temperatura, viento, humedad y precipitación para el periodo comprendido entre febrero a mayo del año 2018. La información corresponde a la estación agrometeorológica “La Argelia” M0033

(INAMHI, 2018). Se obtuvo desde la fuente misma generadora de esta información en la ciudad de Loja previa solicitud y aprobación. Los datos fueron ordenados y tabulados para luego determinar valores máximos, mínimos y promedios según los requerimientos de análisis y discusión.

El análisis de las variables concentración de Pb y su relación con los factores climáticos, por ser variables cuantitativas el método de análisis aplicado fue la correlación lineal de Pearson, que indica en una escala de 0 a 1 la relación que existe entre dos variables cuantitativas. Los datos determinados de la concentración de Pb fueron analizados mediante el programa Minitab®, que expresa el valor de la correlación de Pearson y permite generar la gráfica correspondiente. Se puede analizar el grado de correlación que existe entre dos variables cuantitativas según el valor obtenido, de tal manera que si el valor es de ± 0.96 a ± 1.0 será una correlación perfecta, de ± 0.85 a ± 0.95 correlación fuerte, de ± 0.70 a ± 0.84 correlación significativa, de ± 0.50 hasta ± 0.69 correlación moderada, de ± 0.20 a ± 0.49 correlación débil, de ± 0.10 a ± 0.19 correlación muy débil y finalmente de ± 0.0 a ± 0.09 hablaremos de una correlación nula (Guárdia y Perú, 2001). Las variables independientes X son: la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), la precipitación (mm), la humedad relativa (%) y la velocidad del viento (m/s), mientras que, la variable dependiente Y es la concentración mensual de Pb (mg/kg). La correlación entre las dos variables X e Y es perfecta positiva cuando aumenta una de ellas y aumenta la otra, es perfecta negativa cuando a medida que aumenta una variable disminuye la otra y será nula cuando no existe ningún tipo de relación.

3.6.2 Cuantificación del parque automotor

Fue necesario acudir a información secundaria para obtener datos del número de vehículos que circularon en la Av. Manuel Agustín Aguirre y la Av. Universitaria, se analizó información de tesis de grado previas que realizaron mediante observación directa el conteo de los vehículos circulantes. La información básica de los temas de investigación analizados corresponden a la circulación vehicular según tipo de vehículo (vehículos livianos, motocicletas y buses) y concentración en horas pico (horas). Una vez obtenidos los datos estos fueron tabulados y procesados para la obtención de parámetros que puedan servir para el análisis de la incidencia sobre los resultados de concentración determinados en la presente investigación. Anexo 6 y 7.

4. RESULTADOS

4.1 Presencia y concentración de Pb y Cd

El resultado del análisis de la presencia y concentración de Cadmio en las 24 muestras analizadas dio como resultado que las concentraciones se encuentran por debajo del límite de detección (<0.001).

La concentración de Plomo (media) en el mes de Febrero fue de 8,60 mg/kg. El tramo desde la calle 10 de Agosto hasta la calle Vicente Rocafuerte presentó la mayor concentración de Pb 15,44 mg/kg en este mes, por otro lado, el tramo con la menor concentración de este metal fue el correspondiente a la calle José Antonio Eguiguren y calle 10 de Agosto con una concentración de 5,15 mg/kg.

El mes de Marzo presentó una concentración de Pb (media) de 10,58 mg/kg. El tramo desde la calle Miguel Riofrío hasta la calle Azuay fue la de mayor concentración 20,18 mg/kg. El tramo de menor concentración de Plomo, igual que el mes de febrero, fue el de la calle José Antonio Eguiguren hasta la calle 10 de Agosto con una concentración de 5,43 mg/kg.

El mes de Abril obtuvo una concentración (media) de Pb de 8,99 mg/kg. Siendo desde la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Miguel Riofrío el tramo con mayor concentración de Pb 14,75 mg/kg, al contrario, el tramo con menor concentración de Pb fue desde la calle Miguel Riofrío hasta la calle Azuay con una concentración de 5,68 mg/kg. El mes de Mayo presentó una concentración de Plomo (media) de 11,03 mg/kg. El tramo con mayor concentración de Pb fue desde la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Miguel Riofrío. El tramo de la calle José Antonio Eguiguren a la calle 10 de agosto fue la de menor concentración 7,04 mg/kg.

El mes con mayor concentración media de Pb fue Mayo. En los dos últimos meses (Abril y Mayo) el tramo de la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Miguel Riofrío presentaron las mayores concentraciones de Plomo, caso contrario, las menores concentraciones de Plomo se dieron en los tramos de la calle José Antonio Eguiguren hasta la calle 10 de Agosto a excepción del mes de Abril que presentó la menor concentración de Pb en el tramo de la calle Miguel Riofrío y calle Azuay. Véase Tabla 6.

Tabla 6. Concentración de cadmio y plomo

Mes	Resultado (mg/kg)		Tramo
	Cadmio	Plomo	
FEBRERO	BLD	7,27	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	BLD	5,15	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	BLD	15,44	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	BLD	6,85	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	BLD	6,97	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	BLD	9,94	Calle Azuay/ Calle Mercadillo
MARZO	BLD	6,20	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	BLD	5,43	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	BLD	9,72	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	BLD	14,12	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	BLD	20,18	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	BLD	7,85	Calle Azuay/ Calle Mercadillo
ABRIL	BLD	7,69	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	BLD	9,43	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	BLD	7,77	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	BLD	14,75	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	BLD	5,68	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	BLD	8,63	Calle Azuay/ Calle Mercadillo
MAYO	BLD	7,06	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
	BLD	7,04	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto
	BLD	11,66	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
	BLD	18,57	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío
	BLD	11,36	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
	BLD	10,50	Calle Azuay/ Calle Mercadillo

BLD: Bajo el límite de detección (<0.001)

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de Pb varía durante los cuatro meses, el mes de febrero presenta la concentración más baja de Pb con un valor de 8,60 mg/kg. Al contrario, la concentración mayor de Pb se encuentra en el mes de mayo con un valor de 11,03 mg/kg. (Fig. 8).

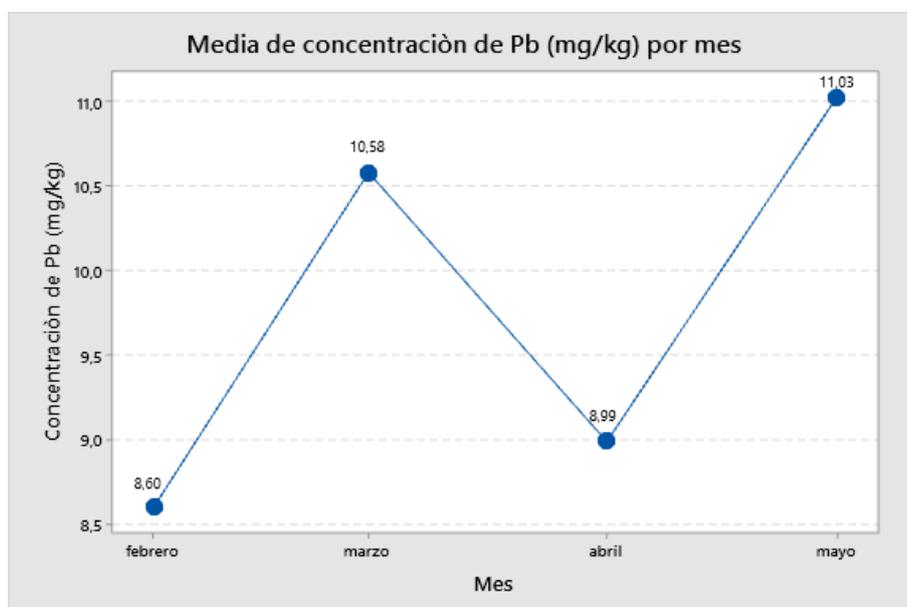


Figura 8. Concentración mensual de Pb
Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis de posibles factores contribuyentes a la concentración de Plomo

Se realizó un análisis de correlación de Pearson de la concentración media de Pb con factores climáticos.

4.2.1. Comportamiento de los principales factores climáticos en relación a la concentración de Pb

Para establecer la correlación de los factores climáticos con la presencia de Pb en el centro de la ciudad de Loja, se obtuvieron datos mensuales de temperatura, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento de la base de datos del INAMHI; luego, fue necesario determinar la media de la concentración mensual de Pb (mg/kg). Estos datos se representan en la tabla 7.

Tabla 7. Concentración de Pb y valores de los factores climáticos

Mes	Concentración mensual Plomo (mg/kg)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Febrero	8,60	16,9	81,7	82,1	2,5
Marzo	10,58	16,7	81,3	81,4	2,3
Abril	8,99	16,4	54,4	81,2	2,2
Mayo	11,03	16,7	56,1	82,1	2,1

Fuente: Elaboración propia

La información obtenida mediante la base de datos del INAMHI muestran que los valores del factor temperatura no fueron variables en los cuatro meses, siendo 16,9 °C el mayor valor medio de temperatura correspondiente al mes de Febrero, y 16,4 °C el valor más bajo correspondiente al mes de Abril.

Según el reporte (INAMHI), los dos primeros meses presentaron las mayores precipitaciones, en el mes de Febrero 81,4 mm y en Marzo 82,1 mm; para los meses finales del estudio las precipitaciones decayeron considerablemente: Abril 54,4 mm y Mayo 56,1 mm. La humedad relativa presentó valores poco variables, en el mes de Febrero y Mayo el valor fue de 82,1 %, mientras que en el mes de Abril se dio el valor más bajo 81,2 %. La velocidad media del viento de febrero fue la mayor 2,5 m/s, y la menor en el mes de mayo con un valor de 2,1 m/s (INAMHI, 2018).

Se correlaciona la concentración de Pb y los factores climáticos, para determinar si influyen en la presencia y concentración de este metal.

Temperatura: Las muestras correspondientes al mes de Mayo muestran la mayor concentración de Pb con 11,03 mg/kg, el valor próximo menor corresponde al mes de Marzo con 10,58 mg/kg; en estos dos meses se presentó una temperatura de 16,7 °C. El índice mayor de temperatura se presentó en el mes de Febrero con 16,9 °C; sin embargo, en este mes se encontró la menor concentración de Plomo 8,60 mg/kg. (Fig. 9). El análisis de estos datos permite determinar que la correlación existente se valora como nula entre las variables concentración de Plomo y el componente temperatura.

Coefficiente de correlación: $\pm 0,00409113$

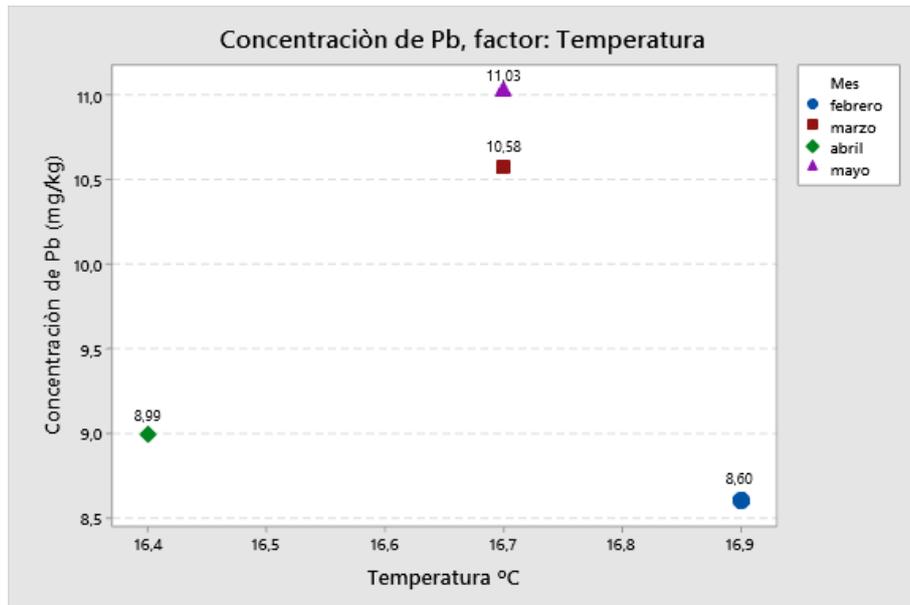


Figura 9. Correlaci3n de la concentraci3n de Pb y el factor temperatura
Fuente: Elaboraci3n propia.

Precipitaci3n La precipitaci3n en el mes de Febrero fue la m1s elevada con 81,7 mm, la concentraci3n que se present3 en este mes de Plomo fue la m1s baja de los cuatro meses analizados con 8,60 mg/Kg; en el mes de Mayo que presenta la mayor concentraci3n de Pb la precipitaci3n fue de 56,1 mm. El resultado del an1lisis de correlaci3n entre la concentraci3n de Plomo y la precipitaci3n es muy d3bil (Fig. 10).

Coefficiente de correlaci3n: $\pm 0,17949715$

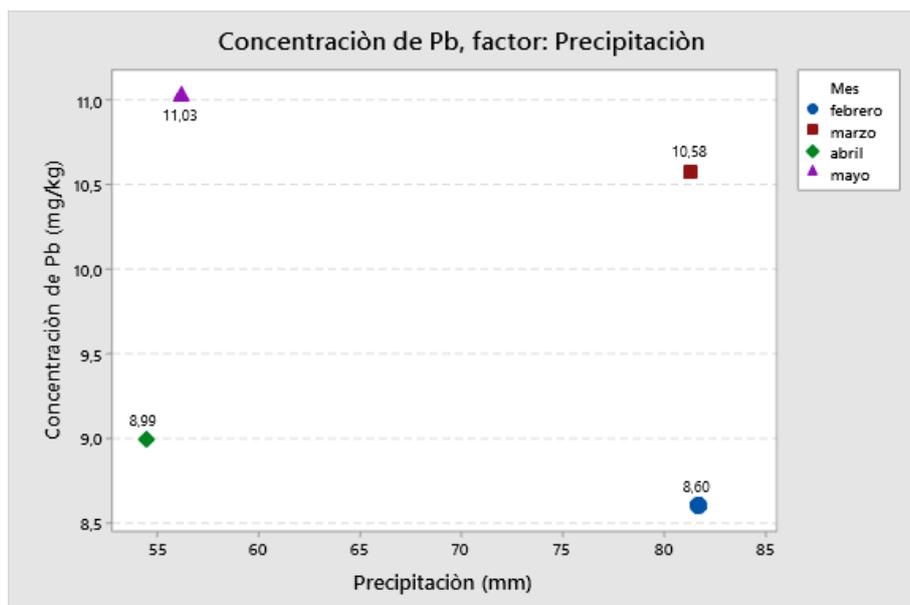


Figura 10. Correlaci3n de la concentraci3n de Pb y el factor precipitaci3n
Fuente: Elaboraci3n propia.

Humedad relativa: Los valores de humedad relativa presentan poca variación, el mes de Febrero que presentó la concentración más baja de los cuatro meses analizados con 8,60 mg/kg, y el mes de Mayo donde se presentó la mayor concentración 11,03 mg/kg, se alcanzó la misma humedad de 82,1 %. La correlación entre la concentración de Pb y la Humedad relativa se califica como muy débil (Fig. 11).

Coefficiente de correlación: $\pm 0,1096874$

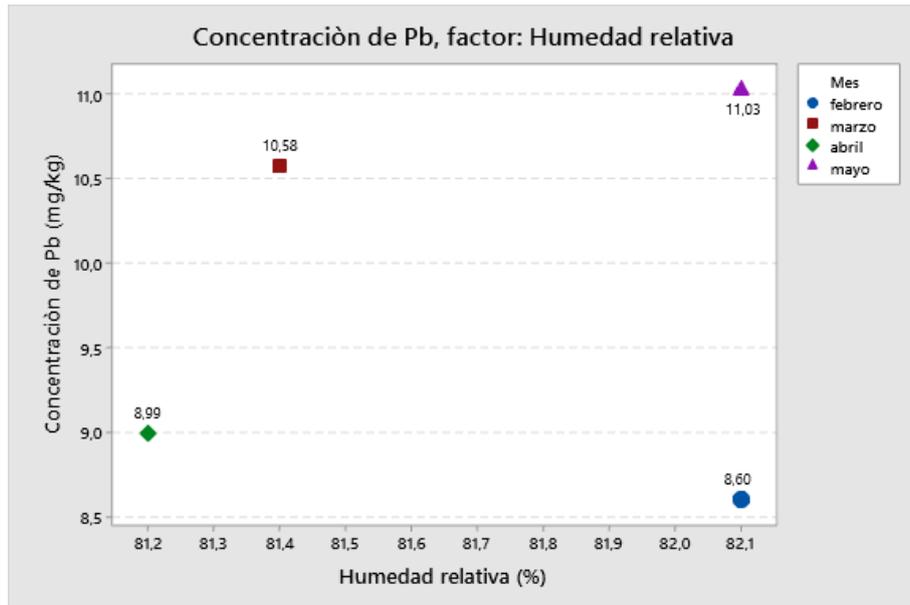


Figura 11. Relación de la concentración de Pb mensual y el factor humedad relativa.

Fuente: Elaboración propia.

Velocidad del viento: El análisis de la correlación entre concentración de Pb y velocidad del viento se califica como débil; no obstante, en el mes de Febrero se obtiene la menor concentración de Pb con 8,60 mg/kg, la velocidad del viento en este mes es la mayor en el periodo analizado 2,5 m/s, al contrario en el mes con mayor concentración de Pb la velocidad del viento presentó el menor valor 2,1 m/s (Fig. 12).

Coefficiente de correlación: $\pm 0,46669715$

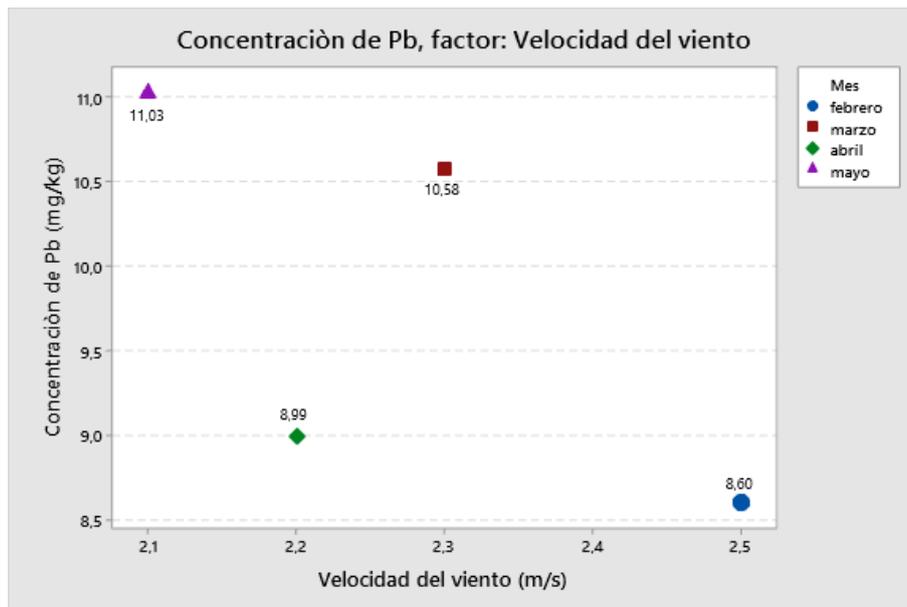


Figura 12 Relación de la concentración de Pb mensual y el factor velocidad del viento.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Intensidad de flujo vehicular en la zona de estudio y su relación a la concentración de Plomo

Para establecer la correlación entre los resultados obtenidos de concentración de Pb y la intensidad de circulación vehicular se utilizó mediciones de circulación vehicular a lo largo de la Av. Universitaria y la Av. Manuel Agustín Aguirre, entre las calles Colón y Mercadillo, sub dividiéndose en tramos por cuadras en sentido norte- sur/ sur- norte.

Tabla 8. Valores de la concentración de Plomo (mg/kg) y el número de vehículos que circulan por la Av. Universitaria y Av. Manuel Agustín Aguirre.

Tramo	Concentración de Pb (mg/kg)	N° vehículos Av. Universitaria	N° Vehículos Av. Manuel Agustín Aguirre	Total N° Vehículos
Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	28,22	756	618	1374
Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	27,05	762	565	1327
Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	44,59	715	565	1280
Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	54,29	777	538	1315
Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	44,19	715	498	1213
Calle Azuay/ Calle Mercadillo	36,92	662	462	1124
Total N° vehículos		4387	3246	7633

Fuente: Elaboración propia

La mayor incidencia de circulación vehicular se dio en la Av. Universitaria, con 4387 vehículos (57,47 %), por otra parte en la Av. Manuel Agustín Aguirre se contabilizaron 3246 vehículos (43,53 %); en la Av. Universitaria entre Vicente Rocafuerte y Miguel Riofrío se localizó la mayor concentración de Pb (54,29 mg/kg), posiblemente provocado por el alto tráfico vehicular en este tramo de la vía (777).

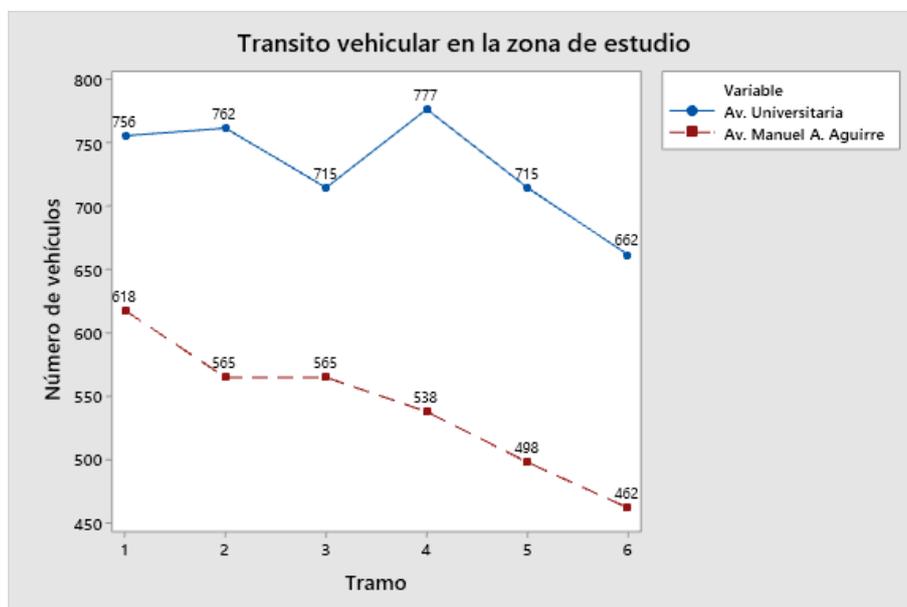


Figura 13. Relación de la concentración de Pb mensual y la circulación vehicular

Fuente: Elaboración propia.

Calles	
1	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren
2	Calle José A. Eguiguren/ calle 10 de Agosto
3	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte
4	Calle Vicente Rocafuerte/Calle M. Riofrío
5	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay
6	Calle Azuay/ Calle Mercadillo

4.2.3 Mapa Georreferenciado de la concentración de Pb en la zona de estudio

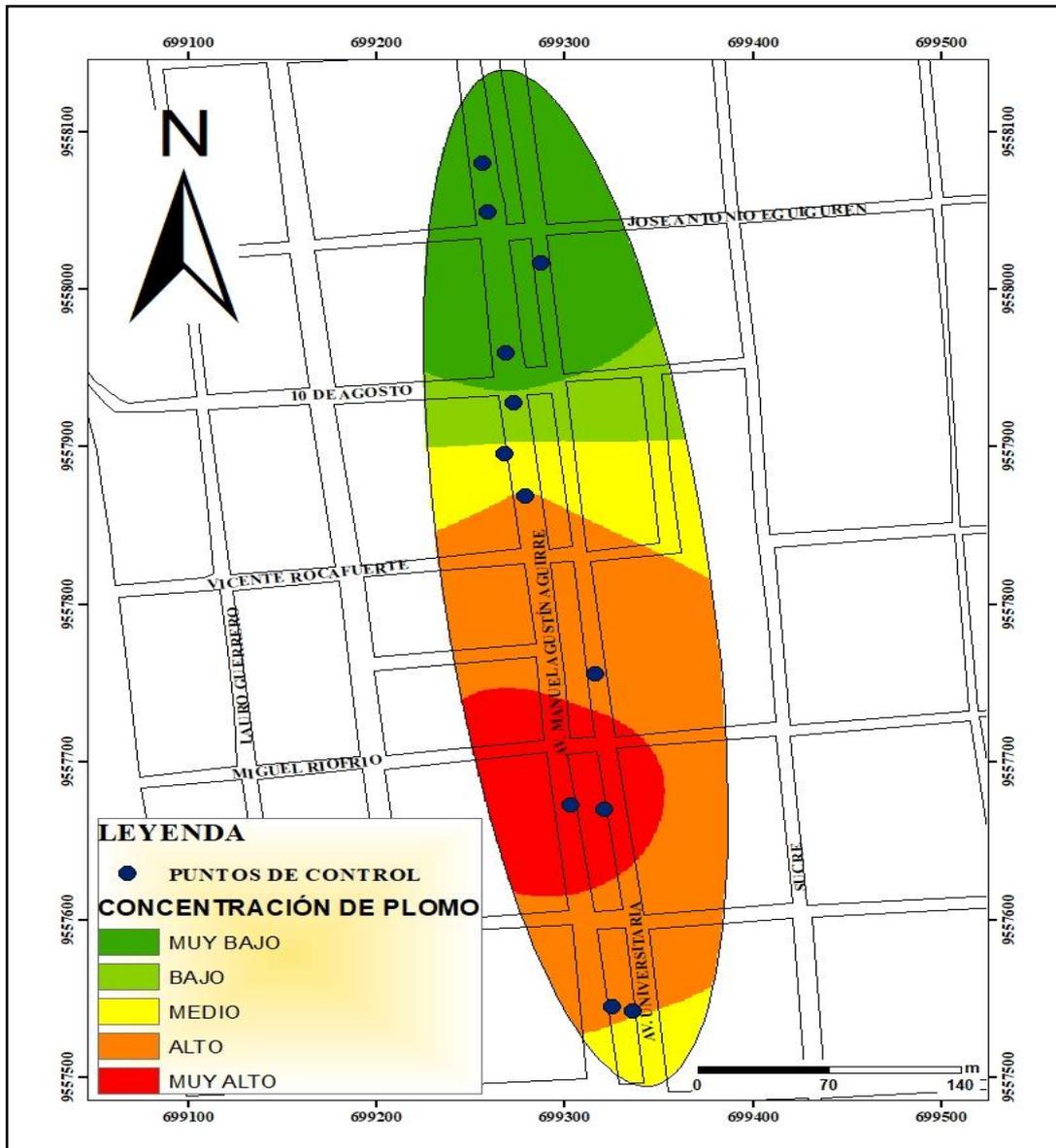


Figura 14. Mapa georreferenciado de la concentración de Pb

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa georreferenciado de contaminación de plomo en sedimentos se representó con los colores: verde oscuro a los niveles muy bajos de concentración, verde claro a la concentración baja, amarillo a los niveles medios, naranja a niveles de concentración alto y rojo a los niveles muy altos; clasificándose así en cinco niveles de concentración de Pb.

El tramo de la calle que va desde la Azuay hasta la calle Miguel Riofrío es donde se focaliza la mayor concentración de Pb, al contrario, el tramo de la calle 10 de Agosto hasta la calle Colón se encuentran las concentraciones más bajas de plomo.

4.2.4 Mapas georreferenciados de la concentración de Pb por mes

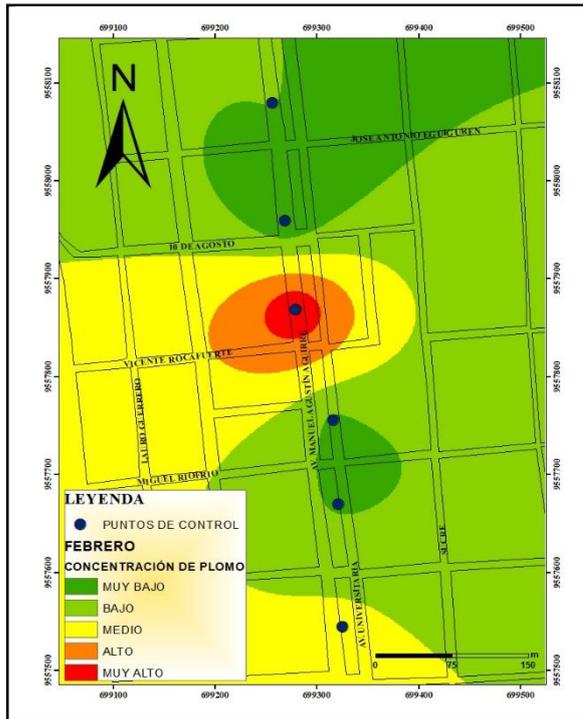


Figura 16. Concentración de Pb en el mes de febrero.
Fuente: Elaboración propia.

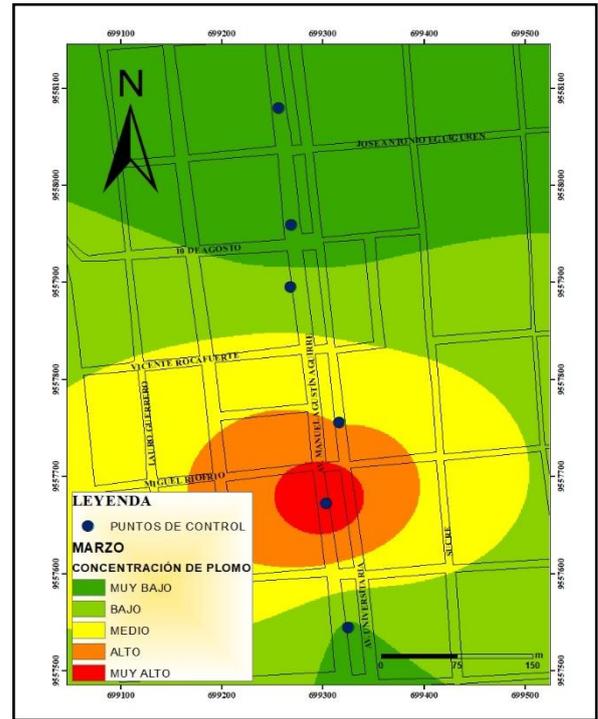


Figura 15. Concentración de Pb en el mes de marzo
Fuente: Elaboración propia

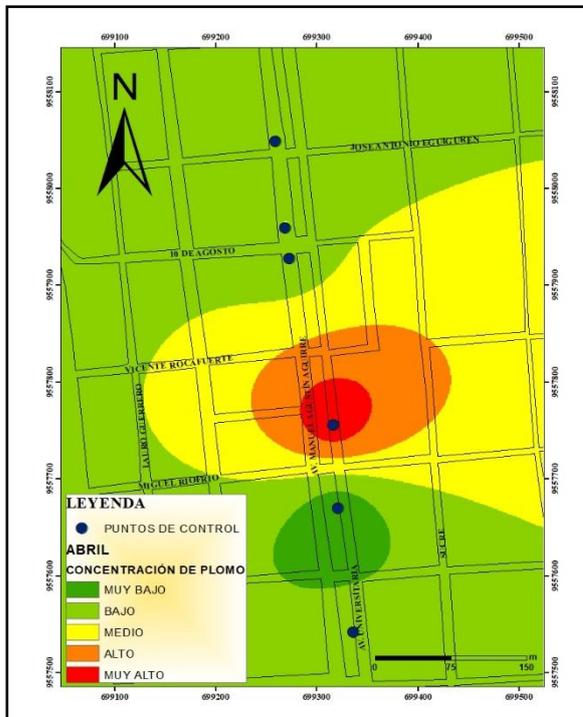


Figura 18. Concentración de Pb en el mes de abril.
Fuente: Elaboración propia

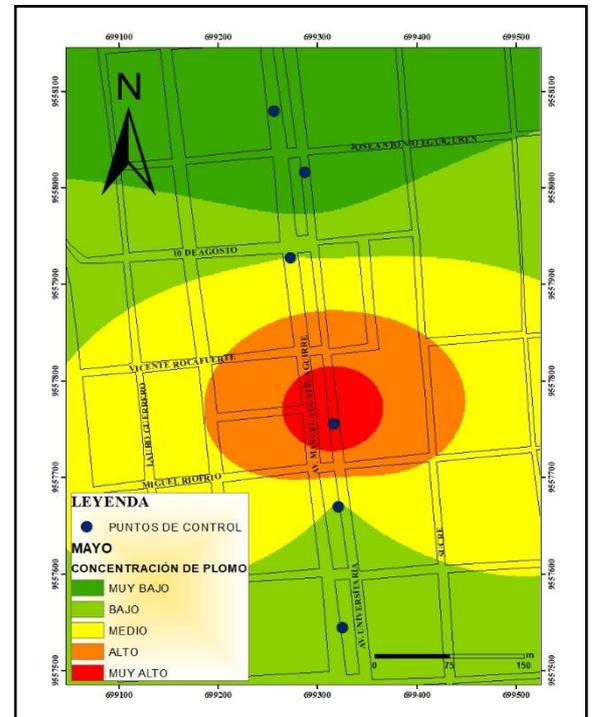


Figura 17. Concentración de Pb en el mes de mayo.
Fuente: Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

Las muestras seleccionadas y analizadas procedentes de hojas del arbusto Flor del rey (*Hibiscus rosa-sinenses L*) de plantas dispuestas de forma circundante en vías de alto tráfico vehicular de la ciudad de Loja (Av. Universitaria y Av. Manuel Agustín Aguirre, desde la calle Colón hasta la calle Mercadillo), luego de su preparación y análisis se pudo determinar que existe presencia de los metales pesados estudiados Plomo y Cadmio.

Con base a los análisis realizados se evidencia que los valores para Cd en el centro de la ciudad de Loja están por debajo de los límites de detección (<0.001). Se puede relacionar estas concentraciones obtenidas con el limitado desarrollo industrial en la ciudad de Loja, debido a que la procedencia de Cadmio es mayoritariamente de actividades industriales. (Sánchez, 2016). Una investigación realizada en la ciudad de Quito en la cual se determinó la concentración de Cd en musgos, en 20 puntos de muestreo en un periodo de 50 días, dio como resultado la inexistencia de este metal en 19 puntos. El cadmio es un componente común en los pigmentos del plástico y puede liberarse mediante la incineración de los mismos. El intercambiador de Zambiza es en donde se encuentra el único punto de muestreo que presentó un valor de concentración de Pb y es aquí en donde se ubica un centro de acopio de residuos, por lo tanto, la concentración de Cd encontrado puede deberse al mal manejo e incineración de los desechos inorgánicos en el lugar (Noriega *et al.*, 2008).

En el país no existe una normativa que establezca los límites permisibles de metales en sedimentos, de la misma manera, Perú no tiene una ley que regule los niveles de contaminantes en sedimentos. Canadá es uno de los pocos países que cuenta con este tipo de regulación (Source, 2015). Los mapas mensuales georreferenciados muestran que no existe una variación significativa a través del tiempo (mes), el tramo donde se presenta la mayor concentración de Pb va desde la calle Miguel Riofrío hasta la calle 10 de Agosto, además se puede apreciar que las concentraciones disminuyen mientras se alejan de los puntos de mayor concentración de Pb. Los valores encontrados más elevados de Pb son los correspondientes a las muestras P45/11A con una concentración de 20,18 mg/kg y la muestra P43/22J con una concentración de 18,57 mg/kg, estas concentraciones están por debajo de los límites permisibles en sedimentos (Tabla 3), a excepción del rango de límite permisible expuesto por la administración oceanográfica y atmosférica de los Estados

Unidos NOAA que propone un rango de entre 4 mg/kg hasta 17 mg/kg. Un estudio realizado en Yanacocha, Perú, los resultados de análisis de Pb en dos muestras de sedimentos dio como resultado 117 mg/kg y 105 mg/kg, sobrepasando los límites permisibles aproximadamente 3 veces, evidenciando la excesiva contaminación de los sedimentos y por consiguiente del medio ambiente (Source, 2015).

Los factores climáticos no tuvieron mayor incidencia en la concentración de Pb, la velocidad de viento presento una correlación moderada ($\pm 0,47$), la relación entre estas dos variables fue inversamente proporcional, a mayor concentración de Pb menor velocidad del viento.

El plomo como antidetonante de la gasolina fue eliminado hace algunos años, sin embargo aún puede encontrarse de manera significativa en el ambiente debido a que el efecto residual de este metal puede ser de 15 a 20 años (Noriega *et al.*, 2008). En diversos estudios realizados en el país y el mundo se demuestra que los vehículos automotores constituyen la principal fuente de contaminación del aire (Paéz, 2006). Según la (EMOV, 2016) En la ciudad de Cuenca el parque automotor representa la principal fuente de contaminación del aire.

Durante el año 2009, en la ciudad de Quito circulaban doscientos noventa y seis mil vehículos diariamente, para el año 2010 la cifra aumentó a cuatrocientos treinta mil vehículos, provocando el incremento de material particulado, y por consecuencia, de metales (Maldonado, 2012). En la ciudad de Loja el número de vehículos registrados en matriculación en la Agencia nacional de tránsito en el año 2016 fue de aprox. 43 mil unidades vehiculares, mientras que hasta el año 2018 la cifra disminuyó a 33 mil (Agencia Nacional de Tránsito Loja, 2019). Sin embargo esta información no confirma la reducción de vehículos en la ciudad, debido a que los dueños de los automóviles optan por matricular sus vehículos en cantones vecinos por la rapidez de los servicios.

Onder y Darsun (2000), en la investigación realizada sobre el material particulado contenido en agujas de cedro en el centro de la ciudad de Konya, manifiestan que la contaminación de la atmósfera es el problema más importante en los centros de las ciudades. Konya perteneciente a Turquía presenta uno de los aires más pesados del país. El contenido de Pb fue el más significativo frente a otros metales pesados debido

principalmente al uso de combustibles de baja calidad. En un informe se confirma que la principal fuente de contaminación del aire en las zonas urbanas de Turquía se debieron a la cantidad de tráfico en las carreteras usando gasolina que contiene plomo (Soylak et al., 2000).

Por otra parte En Venezuela hasta el año 2005 el principal elemento presente en las emisiones vehiculares fue el Plomo, debido al uso de combustible que contiene este elemento. Aunque su uso ha sido restringido aún existe presencia de Pb en el aire (Hung, 1994).

Se establece que el principal factor que contribuye a la presencia y concentración de Pb en el centro de la ciudad de Loja es la circulación vehicular. En el trabajo de investigación realizado por (Fernández, 2000), concluye que el Plomo encontrado en las muestras de partículas suspendidas son atribuidas principalmente al tráfico vehicular, incluyendo tanto el proceso de combustión como el desgaste de los neumáticos.

6. CONCLUSIONES

- Se concluye que la presencia y concentración de Cadmio en el centro de la ciudad de Loja, no son significativas y además están por debajo del límite de detección (<0.001).
- Con base en los resultados obtenidos de plomo en las muestras analizadas se concluye que la mayor concentración de este metal se dio en el mes de Mayo con un valor de 11,03 mg/kg; el mes de Febrero corresponde a la menor concentración de Pb 8,60 mg/kg. La mayor concentración por tramo de la zona de estudio se focaliza desde las calles 10 de Agosto hasta la calle Azuay, siendo estas tres cuadras los puntos en donde se encuentra la mayor concentración de Plomo.
- Los datos obtenidos indican que los factores climáticos no guardan correlación directa, no inciden de forma directa con los niveles de concentración de los metales pesados Cd y Pb; mientras que, su puede reconocer una relación directa con el flujo vehicular por lo que se sugiere como causa principal de presencia de los contaminantes estudiados a las emisiones vehiculares.
- Las concentraciones altas encontradas de Plomo están por debajo los límites permisibles de Pb en sedimentos, a excepción de los límites permisibles propuestos por la NOAA que están entre un rango de 4 mg/kg hasta 17 mg/kg.

7. RECOMENDACIONES

Con base en el estudio realizado se recomienda:

- Realizar estudios complementarios de contaminación atmosférica a causa de otros elementos y factores para establecer una correlación con los resultados obtenidos.
- Ejecutar estudios periódicos con la finalidad de monitorear la concentración de metales pesados en los sedimentos afectados por el excesivo flujo vehicular.
- Facilitar los equipos necesarios para la realización de tesis de grado, que analicen metales pesados en sedimentos.
- Implementar medidas de prevención por parte de las autoridades de la Ciudad para reducir la contaminación en la zona céntrica de la ciudad de Loja, donde se focaliza la contaminación.
- Tomando en cuenta que no existen en el país normas que regulen los niveles permisibles de metales pesados en sedimentos, se puede fomentar la creación de las mismas, para determinar la contaminación que existe en el medio.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adriano, D. (2001). *Trace Elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, bioavailability, and Risks of metals*. New York. Segunda edición. Springer.
- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. (1997). *Compendium of Methods for the Determination Inorganic Compounds in Ambient Air*. Ohio, Estados Unidos.
- Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. (s.f.). *National Ambient Air Quality Standards, NAAQS*. Estados Unidos.
- Agencia Nacional de Tránsito Loja. (2019). *Matriculación vehicular*. Loja.
- Agency for Toxic Substance and Disease Registry. (2005). *Toxicological Profile for Lead*. Atlanta: Department of Health and Humans Services, Public Health Service, Centers for Diseases Control,.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2008). *Cadmium*.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2008). *Lead*.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2008). *Toxicological profile for Cadmium* . Atlanta: Department of Health and HumansServices, Public Health Service, Centers for Diseases Control.
- Alvarado, J., & Hernández, G. (2008). *Efectos del monóxido de carbono en la salud de los comerciantes en la ciudad de Loja, Abril- Agosto 2008*. Tesis de Grado. Loja- Ecuador.
- American Laboratory. (1994). *Microwave Assisted Extraction*.
- Antonio Fernández, M. T. (2000). *An approach to characterization of sources of urban airborne particles through heavy metal speciation*. Chemosphere – Global Change Science 2.
- Aragón, A. (2011). *Como son las partículas atmosféricas antropogénicas y cuál es su relación con los diversos tipos de fuentes contaminantes* . México. Recuperado www.researchgate.net/publication/260178331
- Aranguéz, E., Ordóñez, J., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). *Contaminantes atmosféricos y su vigilancia*. Madrid. Revista española de salud pública. Recuperado Scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf
- Armendaris, G. (2007). *Química orgánica 3*. Gruleer. Tercera edición .
- Bonilla, J., Márquez, A., Martínez, G., Senior, W., Aguilar, D., & Gonzales, A. (2005). *Estudio geoquímico de los sedimentos superficiales del litoral del golfo de*

- Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Universidad de Oriente. Escuela de ciencias. Cumaná, Venezuela. Recuperado www.researchgate.net/publication/277584641
- Bustos, C. (2004). *Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental. Analisis de proceso*. Tesis de Grado. Santiago de Chile.
- Cabrera, J. (2018). *Evaluación de la contaminación por metales pesados en sedimentos y suelos de la reserva biológica Limoncocha- Ecuador mediante índices de polución*. Tesis de grado. Ecuador
- Caselli, M. (2000). *La contaminación atmosférica. Causas y fuentes. Efectos sobre el clima, la vegetación y los animales*. México. D.F.: Siglo Veintiuno editores. .
- Chang, R., & Goldsby, K. (2013). *Química*. McGraw-Hill.
- Comisión ambiental Europea. (s.f.). *Air Quality Standards*. Bruselas, Bélgica.
- Contreras, J. (2010). *Metodologías analíticas para la determinación de metales tóxicos en muestras de interes ambiental*. Tesis de grado. Bogotá, Colombia.
- Duong, T., & Lee, B. (2011). *Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics*. Journal of Environmental Management.
- EMOV. (2016). *Informe de la calidad del aire en Cuenca 2015*. Cuenca, Ecuador.
- Encalada, F., & Ñauta, P. (2010). *Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire*. Tesis de grado . Cuenca- Ecuador.
- Encinas, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios Básicos*. Primera edición. Recuperado [addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos.pdf](http://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/MedioAmbiente_y_Contaminación_Principios_básicos.pdf)
- Errázuriz, A., Cereceda, P., González, J., González, M., Henríquez, M., & Rioseco, R. (1998). *Manual de geografía de Chile*. Chile: Andrés Bello.
- Fernández, A. J. (2000). *Especiación química y física de metales en la materia particulada atmosférica: Aplicación al estudio de la contaminación ambiental de la ciudad de Sevilla*. España: Sevilla: Fundacion Focus- Abengoa.
- Figueruelo, J., & Dávila, M. (2004). *Química física del ambiente y de los problemas medioambientales*. España: Reverté.
- Flores, D. y Ruilova, K. (2014). *Evaluación de la contaminación acústica derivada del parque automotor en el centro de la ciudad de Loja*. Tesis de grado. Loja, Ecuador.

- Gallegó, A., González, I., Sánchez, B., Fernández, P., Garcinuño, R., Bravo, J., Durand., J. (2012). *Contaminación atmosférica*. Madrid, España. UNED.
- García, S., & Guerrero, M. (2006). *Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes. Parque urbano Monte Calvario*. Revista geografía Norte Grande, 45-57.
- Gavidia, T., Pronczuk, J., & Sly, P. (2009). *Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños . Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente*. Revista chilena de enfermedades respiratorias.
- Hakanson, L. (1994). *Sediment Sampling in Different Aquatic Environments*.
- Henrichs, S. (1992). *Early diagenesis of organic matter in marine sediments: progress and perplexity*. Elsevier B.V. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(92\)90098-U](https://doi.org/10.1016/0304-4203(92)90098-U)
- Hernández, R., & Navarro, I. (2012). *Estimation of dietary intake and content of lead and cadmium in infant cereals marketed in Spain*. Food Control.
- INEC. (2016). *Crecimiento del parque automotor en el Ecuador*. Ecuador.
- López, P. (2004). *La mezcla turbulenta por convección gravitatoria: modelización experimental y aplicación a situaciones atmosféricas*. Tesis de Grado. Madrid, España.
- Luzuriaga, M. (2019). *Evaluación del potencial de vegetación para retención del polvo sedimentable en la zona urbana de la ciudad de Loja*. Tesis de grado. Loja, Ecuador.
- MAE. (2010). *Plan nacional de la calidad del aire*. Ecuador.
- Maldonado, M. (2012). *Caracterización del material particulado suspendido PM10 de la red de monitoreo de aire de la ciudad de Quito de los años 2009 y 2010 por Espectroscopía de Absorción Atómica*. Tesis de grado. Quito.
- Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D., & Valderrama, A. (2007). *Estudio comparativo para la determinación de polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos, Lima*. Revista Científica CEDIT.
- Márquez, A., Senior, W., Ivis, F., Martínez, G., Castañeda, J., & González., Á. (2012). *Cuantificación de las concentraciones de metales pesados en tejidos de peces y crustáceos de la laguna de unare, Estado Anzoátegui, Venezuela*. Venezuela FCV/ LUZ, 73-86.
- Marreno, M. (2011). *Parámetros de rugosidad representativos de terrenos naturales*.

- Tesis de grado. Universidad de Granada.
- Martínez, E., & Díaz, Y. (2004). *Contaminación Atmosférica*. Universidad de la Castilla- La Mancha.
- Martínez, I. (2010). *Termodinámica de la atmósfera*. IAA Ingeniería aeronáutica y astronáutica.
- Moreno, M. D. (2003). *Toxicología ambiental: Evaluación de riesgo para la salud humana*. Madrid: S.A. McGraw-Hill / Interamericana de España.
- Nava, C., & Méndez, M. (2011). *Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico, talio)*. México: Arch Neurocién.
- Noriega, P., Medici, A., Murillo, A., Bedón, J., Haro, F. y Galecio, G. (2008). *Estudio de la concentración de cadmio y plomo en el aire en la ciudad de Quito, empleando briofitas como bioindicadores*. Universidad Politecnica Salesiana. Quito, Ecuador. La Granja.
- Olaya, V. (2014). *Sistema de informacion geográfica*.
- Onder, S., & Dursun, S. (2006). *Air borne heavy metal pollution of Cedrus libani (A. Rich.) in the city centre of Konya (Turkey)*. Atmospheric Environment.
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Air Quality Guidelines*. Ginebra, Suiza.
- Orozco, C., Pérez, A., González, M., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2011). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Madrid, España: Paraninfo.
- Paéz, C. (2006). *Gestión de la contaminación atmosférica urbana: El caso de Quito*. Quito, Ecuador.
- Peña, E., Palacios, M., & Ospina, N. (2005). *Algas como indicadores de contaminación*. Cali, Colombia.
- Pérez, M., & Alonso, A. (1998). *Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad*. Revista española de salud pública.
- Pérez, P., & Azcona, M. (2012). *Los efectos del Cadmio en la salud*. Revista de especialidades Médico-Quirúrgicas, 199-205.
- PNUMA; Municipalidad de Loja; Naturaleza y Cultura Internacional. (2007). *Perspectivas del medio ambiente urbano*. GEO Loja. Loja.
- Porras, A. (2009). *Método Kriging de inferencia espacial*. México.
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., & González, M. D. (2016). *Contaminación por metales pesados: Implicaciones en la salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16, 66-67.

- Rocha, E. (2000). *Principios basicos de espectroscopia*. México.
- Rodríguez, B. (1989). *Caracterización turbulenta de la capa superficial atmosférica*. Madrid, España.
- Rodríguez, R., Benito, Á., & Portela, A. (2004). *Metereología y Climatología*. España: FECYT.
- Romero, M., Olite, F., & Álvarez, M. (2006). *La contaminación del aire: su epercusión como problema de salud*. Revista Cubana de higiene y epidemiología, 1-14.
- Sánchez, G. (2016). *Ecotoxicología del Cadmio*.
- Sánchez, T. (1992). *Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración*.
- Sbarato, D., Sbarato, V., & Ortega, J. (2000). *Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera*. Argentina: Encuentro.
- Segerer, C., & Villodas, R. (2006). *Hidrología I*. Mendoza, Argentina.
- Samaniego, L. (2019). *Contaminación sonora por ruido vehicular y sus efectos en la salud humana en la zona céntrica regenerada de la ciudad de Loja*. Loja, Ecuador.
- Segura, S. (2013). *Caracterización de la contaminación amtosférica en seis parques recreacionales del distrito metropolitano de Quito mediante el uso de bioindicadores*. Tesis de grado. Quito, Ecuador.
- Source. (2015). *Evaluación de la calidad del agua, de los sedimentos e interpretación de los resultados de los análisis del OEFA en la zona del complejo minero Yanacocha- Perú*. Perú.
- Thorpe, A., & Harrison, R. (2008). *Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: a review*. Science of The Total Environment.
- Tokalioglu, S., & Kartal, S. (2006). *Statistical evaluation of the bioavailability of heavy metals from contaminated soils to vegetables*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76.
- United States Environmental Protection Agency. (2018). *Boletin sobre plomo* . EPA No. 300-F-18-001.
- Vázquez, M. (2006). *Estudio de la persepción pública de la contaminación de aire y sus riesgos para la salud: perspectivas teóricas y metodológicas* . México.
- Villafuerte, M., & Pabon, P. (2017). *Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales*. Tesis de grado. Quito.
- Vivanco, S. (2015). *Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja*. Tesis de Grado. Loja- Ecuador.

Walton, H. (2005). *Análisis químico e instrumental moderno*. Málaga, España.

Yepes, A., & Silveira, M. (2011). *Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global*. Bogotá- Colombia: Colombia Forestal.

9. ANEXOS

Anexo 1. Tabla detallada con coordenadas de los puntos de muestreo.

No. Muestra	Cód.	Pto.	Especie vegetacion	Fecha muestreo	Ubicación	Mes	X	Y
1	P25/1M	P25	Flor de rey	2- Marzo-2017	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	Marzo	699256	9558080
2	P31/2M	P31	Flor de rey	2- Marzo-2017	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	Marzo	699269	9557960
3	P36/3M	P36	Flor de rey	2- Marzo-2017	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	Marzo	699279	9557869
4	P43/4M	P43	Flor de rey	2- Marzo-2017	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	Marzo	699316	9557756
5	P48/5M	P48	Flor de rey	2- Marzo-2017	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	Marzo	699321	9557670
6	P52/6M	P52	Flor de rey	2- Marzo-2107	Calle Azuay/ Calle Mercadillo	Marzo	699325	9557545
7	P25/7A	P25	Flor de rey	2- Abril-2017	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	Abril	699256	9558080
8	P31/8A	P31	Flor de rey	2- Abril-2017	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	Abril	699269	9557960
9	P35/9A	P35	Flor de rey	1- Abril-2017	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	Abril	699268	9557896
10	P43/10A	P43	Flor de rey	1- Abril-2017	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	Abril	699316	9557756
11	P45/11A	P45	Flor de rey	1- Abril-2017	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	Abril	699303	9557673
12	P52/12A	P52	Flor de rey	2- Abril-2017	Calle Azuay/ Calle Mercadillo	Abril	699325	9557545
13	P26/13M	P26	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	Mayo	699259	9558049
14	P31/14M	P31	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	Mayo	699269	9557960
15	P34/15M	P34	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	Mayo	699273	9557928
16	P43/16M	P43	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	Mayo	699316	9557756
17	P48/17M	P48	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	Mayo	699321	9557670
18	P55/18M	P55	Flor de rey	1- Mayo-2017	Calle Azuay/ Calle Mercadillo	Mayo	699336	9557542
19	P25/19J	P25	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	Junio	699256	9558080
20	P32/20J	P32	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	Junio	699287	9558017
21	P34/21J	P34	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	Junio	699273	9557928
22	P43/22J	P43	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	Junio	699316	9557756
23	P48/23J	P48	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	Junio	699321	9557670
24	P52/24J	P52	Flor de rey	1- Junio-2017	Calle Azuay/ Calle Mercadillo	Junio	699325	9557545

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Peso de muestras incineradas

No.	Muestra	Peso
1	P25/1M	0,3329 gr
2	P31/2M	0,2341 gr
3	P36/3M	0,1644 gr
4	P43/4M	0,3410 gr
5	P48/5M	0,3217 gr
6	P52/6M	0,3336 gr
7	P25/7A	0,3311 gr
8	P31/8A	0,4021 gr
9	P35/9A	0,2943 gr
10	P43/10A	0,2024 gr
11	P45/11A	0,1447 gr
12	P52/12A	0,4315 gr
13	P26/13M	0,3433 gr
14	P31/14M	0,2928 gr
15	P34/15M	0,2236 gr
16	P43/16M	0,1017 gr
17	P48/17M	0,3334 gr
18	P55/18M	0,2446 gr
19	P25/19J	0,3653 gr
20	P32/20J	0,2923 gr
21	P34/21J	0,3718 gr
22	P43/22J	0,2234 gr
23	P48/23J	0,2144 gr
24	P52/24J	0,1152 gr

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Valores de concentración de Cadmio y Plomo mg/l

No.	Cód. Muestra	Peso	Resultado		Unidad
			Cadmio	Plomo	
1	P25/1M	0,3329 gr	<0.001	0.0480	mg/l
2	P31/2M	0,2341 gr	<0.001	0.0008	mg/l
3	P36/3M	0,1644 gr	<0.001	0.0494	mg/l
4	P43/4M	0,3410 gr	<0.001	0.0466	mg/l
5	P48/5M	0,3217 gr	<0.001	0.0446	mg/l
6	P52/6M	0,3336 gr	<0.001	0.0656	mg/l
7	P25/7A	0,3311 gr	<0.001	0.0409	mg/l
8	P31/8A	0,4021 gr	<0.001	0.0434	mg/l
9	P35/9A	0,2943 gr	<0.001	0.0564	mg/l
10	P43/10A	0,2024 gr	<0.001	0.0565	mg/l
11	P45/11A	0,1447 gr	<0.001	0.0565	mg/l
12	P52/12A	0,4315 gr	<0.001	0.0675	mg/l
13	P26/13M	0,3433 gr	<0.001	0.0523	mg/l
14	P31/14M	0,2928 gr	<0.001	0.0547	mg/l
15	P34/15M	0,2236 gr	<0.001	0.0342	mg/l
16	P43/16M	0,1017 gr	<0.001	0.0295	mg/l
17	P48/17M	0,3334 gr	<0.001	0.0375	mg/l

18	P55/18M	0,2446 gr	<0.001	0.0414	mg/l
19	P25/19J	0,3653 gr	<0.001	0.0508	mg/l
20	P32/20J	0,2923 gr	<0.001	0.0408	mg/l
21	P34/21J	0,3718 gr	<0.001	0.0863	mg/l
22	P43/22J	0,2234 gr	<0.001	0.0817	mg/l
23	P48/23J	0,2144 gr	<0.001	0.0477	mg/l
24	P52/24J	0,1152 gr	<0.001	0.0231	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Valores del clima de Loja en el mes de febrero, marzo, abril y mayo.

Factores climáticos	Unidad	Meses			
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Temperatura máxima	°C	25,5	24,6	24,5	25,0
Temperatura media	°C	16,9	16,7	16,4	16,7
Temperatura mínima	°C	8,2	9,8	8,0	9,2
Precipitación	mm/mes	81,7	81,3	54,4	56,1
Humedad relativa	%	82,1	81,4	81,2	82,1
Dirección dominante del viento	Rumbo	N	N	N	N
Velocidad dominante de la dirección	m/s	2,9	2,6	2,3	2,9
Velocidad media del mes	m/s	2,5	2,3	2,2	2,1

Fuente: (INAMHI, 2018)

Anexo 5. Resultado de concentración de Plomo por calle.

Calle	Concentración Plomo (mg/Kg)				Total
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	7,27	6,20	7,69	7,06	28,22
Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	5,15	5,43	9,43	7,04	27,05
Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	15,44	9,72	7,77	11,66	44,59
Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	6,85	14,12	14,75	18,57	54,29
Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	6,97	20,18	5,68	11,36	44,19
Calle Azuay/ Calle Mercadillo	9,94	7,85	8,63	10,50	36,92

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Circulación vehicular en el centro de la urbe Av. Universitaria.

Calle	Horario									Total
	07H00-09H00			11H00-13H00			17H00-19H00			
	Tipo de vehículo			Tipo de vehículo			Tipo de vehículo			
	A*	B**	C***	A*	B**	C***	A*	B**	C***	
Calle Colón/ Calle José Antonio Eguiguren	209	27	11	201	26	13	230	28	11	756
Calle José Antonio Eguiguren/ Calle 10 de Agosto	175	27	12	210	27	10	264	27	10	762
Calle 10 de Agosto/ Calle Vicente Rocafuerte	171	26	11	188	25	13	242	27	12	715
Calle Vicente Rocafuerte/ Calle Miguel Riofrío	213	25	12	216	25	12	238	26	10	777
Calle Miguel Riofrío/ Calle Azuay	203	28	11	175	26	13	219	28	12	715
Calle Azuay/ Calle Mercadillo	170	25	13	169	24	11	214	22	14	662
TOTAL	1141	158	70	1159	153	72	1407	158	69	4387
A* Vehículos livianos						A*	3707			
B** Motocicletas						B**	469			
C*** Buses						C***	211			

Fuente: Samaniego, 2019.

Anexo 7. Circulación vehicular en el centro de la urbe Av. Manuel Agustín Aguirre

Calle	Horario									Total
	07H00-09H00			11H00-13H00			17H00-19H00			
	Tipo de vehículo			Tipo de vehículo			Tipo de vehículo			
	A*	B**	C***	A*	B**	C***	A*	B**	C***	
Av. Manuel Agustín Aguirre entre Alonzo de Mercadillo y Azuay	173	9	4	212	5	6	185	16	7	617
Av. Manuel Agustín Aguirre entre Azuay y Miguel Riofrio	136	7	3	218	5	8	190	10	2	579
Av. Manuel Agustín Aguirre entre Miguel Riofrío y Vicente Rocafuerte	159	8	2	205	6	4	181	8	8	581
Av. Manuel Agustín Aguirre entre Vicente Rocafuerte y 10 de Agosto	139	11	4	180	9	8	185	16	7	559
Av. Manuel Agustín Aguirre entre 10 de Agosto y José Antonio Eguigure	130	12	1	177	10	6	190	10	2	538
Av. Manuel Agustín Aguirre entre José Antonio Eguiguren y Cristóbal C	129	12	3	132	7	5	181	8	8	485
TOTAL	866	59	17	1124	42	37	1112	68	34	3359
A* Vehículos livianos						A*	3707			
B** Motocicletas						B**	469			
C*** Buses						C***	211			

Fuente: Flores y Ruilova, 2014

Anexo 8. Procedimiento para preparación de muestras

Para la preparación de las muestras se siguieron los siguientes pasos

- a. Limpieza de las copelas (crisoles), eliminando residuos con agua pura tipo I, unas ves limpias se procede a secar.
- b. Trozado las muestras, de tal manera que la copela abarque la totalidad de la muestra.
- c. En una funda anteriormente etiquetada se guarda un pequeño fragmento de la muestra que servirá como muestra testigo.
- d. Se trasvasa los fragmentos de la muestra en las copelas.
- e. Se introduce las copelas en la mufla, la temperatura inicial es de 150 °C por 10 minutos, 250 °C por 20 minutos, 350 °C por 30 minutos y 400 °C por dos horas.
- f. Retirar las muestras y colocar en un desecador.

Anexo 9. Procedimiento digestión de muestras

- a. Se realiza la preparación y limpieza de materiales de laboratorio (recipientes, tapas, etc.).
- b. Se procede a secar los materiales de laboratorio a utilizar.
- c. Etiquetado de recipientes de teflón que contendrán la muestra.
- d. Se utiliza un vaso de precipitación dentro de la balanza analítica dentro del cual se ubicó un recipiente similar a un tubo de ensayo y se reseteo (poner a cero) la balanza a cero, para proceder a pesar cada muestra de sedimento incinerado (tabla.4).
- e. Se coloca las muestras en los tubos de teflón
- f. Se añaden 30 ml de ácido clorhídrico (HCl) y ácido nítrico (HNO₃) concentrados (3:1) Para determinar los elementos Cd, Pb, se procede a tapar los recipientes y se emplea el microondas de digestión.
- g. Concluida la digestión se dejó enfriar las muestras
- h. Se colocó la muestra en tubos falcón y se centrifugó a 6500 r.p.m. durante 20 minutos.
- i. Se realizó la filtración al vacío
- j. Se aforo las muestras a 50 ml con agua pura tipo I

Anexo 10. Registro fotográfico



Figura 1419. Preparación de recipientes y tapas. Previo a la digestión de muestras.

Fuente: Elaboración propia.

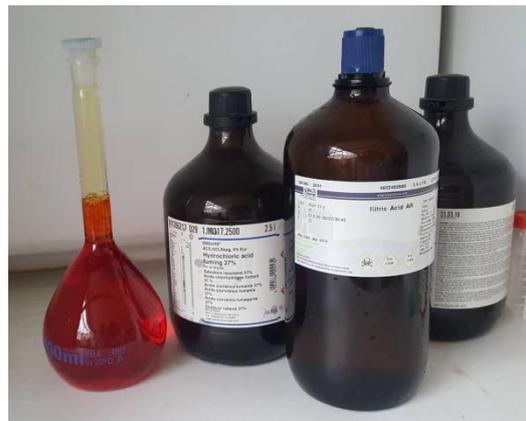


Figura 15. Reactivos Utilizados en el procesamiento de las muestras: Ácido clorhídrico (HCl) y ácido nítrico (HNO₃).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Preparación de reactivos para el tratamiento de muestras.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Pesaje de la muestra en la balanza analítica.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Aplicación del ácido en los recipientes que contienen las muestras (pre-digestión).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Obtención de muestras digeridas para el análisis de contaminantes.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Equipo utilizado para la filtración al vacío de muestras digeridas.
Fuente: Elaboración propia.

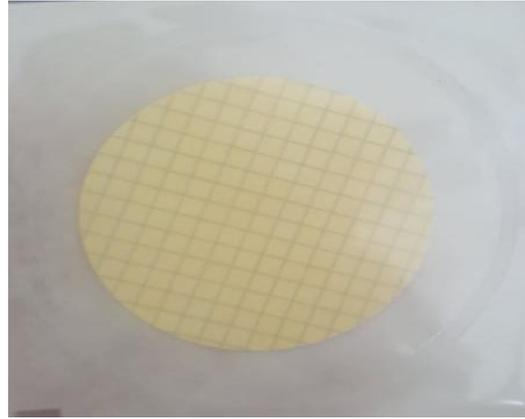


Figura 24. Filtro utilizado en el proceso de filtración: Celulose nitrato tamaño de poro 0,45.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Preparación del matraz Elenmeyer para filtración al vacío.
Fuente: Elaboración propia.

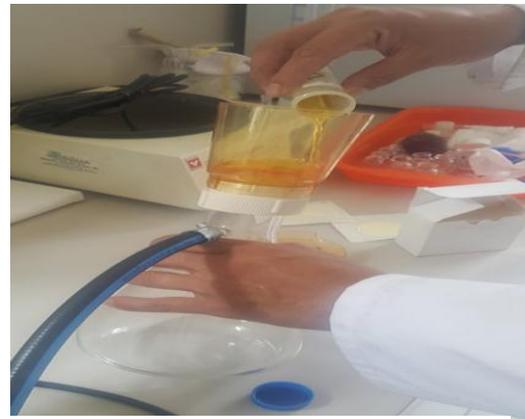


Figura 26. Aplicación de filtrado al vacío en muestras utilizadas en el estudio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Centrifugación de muestras filtradas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Configuración de Parámetros para centrifugación.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Informe de lectura de resultados

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-20-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P25 / 1M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	ng/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	ng/l	0.0480
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección ng/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIOS UTPL

A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS

FECHA DEL INFORME: 2019-01-29 INFORME Nro.: S-21-2019

B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: Freddy Tinoco Tinoco
DIRECCIÓN: Ciudadela universitaria la Argolla
TELÉFONO: 091410146 E-MAIL: freddy.tinoco@unl.edu.ec

C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN: P31 / 2M
FECHA DE RECEPCIÓN: 2019-01-17

D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113.A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-23	2019-01-29	Standard Methods 3113.A	mg/l	0.0008

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

< Menor al límite de detección
mg/l miligramos por litro

Líder Técnico
Mgr. Silvio David Aguilera Ramirez



Técnico Analista
Mgr. Diego Maza Estrada

FIN DEL INFORME
U.T.P.L.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIOS UTPL

A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS

FECHA DEL INFORME: 2019-01-29 INFORME No.: S-22-2019

B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: Freddy Tinoco Tinoco
DIRECCIÓN: Ciudadela universitaria La Argelia
TELÉFONO: 0991410146 E-MAIL: freddy.tinoco@unl.edu.ec

C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN: P36 / 3M
FECHA DE RECEPCIÓN: 2019-01-17

D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0494

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

< Menor al límite de detección
mg/l: miligramos por litro

Lider Técnico
Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez



Técnico Analista
Mgr. Diego Maza Estrada

FIN DEL INFORME

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-23-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0961410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P43 / 4M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A.	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A.	mg/l	0.0466
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l. miligramos por litro					

 Lider Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramírez	 FIN DEL INFORME U.T.P.L.	 Técnico Analista Mgr. Diego Maza Estrada
---	---	--

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-24-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argeña				
TELÉFONO:	0951410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	F46 / 5M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0446
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección					
mg/l miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME No.: S-15-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P52 / 6M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0656
E. OBSERVACIONES					
<input type="checkbox"/> Informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-18-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argolla				
TELÉFONO:	0901410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P25 / 7A				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0409
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maiza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29		INFORME Nro.: S-17-2019		
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:			P31 / 6A		
FECHA DE RECEPCIÓN:			2019-01-17		
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0434
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-18-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Aguela				
TELÉFONO:	0031410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P35 / 8A				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Pomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0564
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Líder Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgr. Diego Meza Estrada
-----FIN DEL INFORME-----		

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29			INFORME Nro.: S-19-2019	
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0985410166		E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec	
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P43 / 10A				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Piomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0565
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramírez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.:	S-10-2019		
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P46 / 11P				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113.A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113.A	mg/l	0.0565
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Líder Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgr. Diego Maza Estrada
--	---	---

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29			INFORME Nro.: S-11-2019	
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria La Angelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:					P26 / 12M
FECHA DE RECEPCIÓN:					2019-01-17
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Pomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0675
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizado (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Líder Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgr. Diego Maza Estrada
FIN DEL INFORME		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIOS UTPL

A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS

FECHA DEL INFORME: 2019-01-29

INFORME No.: S-12-2019

B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: Freddy Tinoco Tinoco

DIRECCIÓN: Ciudadela universitaria la Argelia

TELÉFONO: 0991410146

E-MAIL: freddy.tinoco@unl.edu.ec

C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN:

P62 / 13A

FECHA DE RECEPCIÓN:

2019-01-17

D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0523

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

<: Menor al límite de detección
mg/l: miligramos por litro

Lider Técnico
Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez



Técnico Analista
Mgr. Diego Maza Estrada

FIN DEL INFORME

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-13-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Fredy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Aguela				
TELÉFONO:	0991410148	E-MAIL:	fredy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P31 / 14M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113.A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113.A	mg/l	0.0547
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maiza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-28	INFORME No.: S-14-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argella				
TELÉFONO:	091410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unil.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P34 / 15M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Ploomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0342
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
c: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Líder Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgr. Diego Maza Estrada
-----FIN DEL INFORME-----		

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-05-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P43 / 16M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0295
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgtr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgtr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-05-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CUENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Angélica				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P56 / 18M				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-25	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0414
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-09-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0981410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P26 / 19J				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2018-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Ploomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0508
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Líder Técnico Mgtr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgtr. Diego Maza Estrada
--	---	---

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-05-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argelia				
TELÉFONO:	0091410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@uni.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P32 / 20				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Pomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0408
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
< Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					

 Lider Técnico Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez		 Técnico Analista Mgr. Diego Maza Estrada
--	---	---

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: S-01-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CUENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Argolla				
TELÉFONO:	0991410146	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	P34 / 21J				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0863
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Líder Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIOS UTPL

A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS

FECHA DEL INFORME: 2019-01-29 INFORME Nro.: S-02-2019

B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: Freddy Tinoco Tinoco
DIRECCIÓN: Ciudadela universitaria la Argelia
TELÉFONO: 0981410146 E-MAIL: freddy.tinoco@unl.edu.ec

C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN: P43 / 22J
FECHA DE RECEPCIÓN: 2019-01-17

D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0817

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

<: Menor al límite de detección
mg/l: miligramos por litro

Lider Técnico

Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez



Técnico Analista

Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA				
	REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS				
	LABORATORIOS UTPL				
A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS					
FECHA DEL INFORME:	2019-01-29	INFORME Nro.: 8-03-2019			
B. INFORMACIÓN DEL CUENTE					
NOMBRE:	Freddy Tinoco Tinoco				
DIRECCIÓN:	Ciudadela universitaria la Arpeña				
TELÉFONO:	0991410145	E-MAIL:	freddy.tinoco@unl.edu.ec		
C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCIÓN:	F48/23J				
FECHA DE RECEPCIÓN:	2019-01-17				
D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO					
DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0477
E. OBSERVACIONES					
El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).					
F. GLOSARIO					
<: Menor al límite de detección mg/l: miligramos por litro					


 Lidar Técnico
 Mgr. Silvio David Aguilar Ramírez




 Técnico Analista
 Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
REGISTRO DE INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIOS UTPL

A. DATOS DEL INFORME DE RESULTADOS

FECHA DEL INFORME: 2019-01-29 INFORME Nro.: S-04-2019

B. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: Freddy Tinoco Tinoco
DIRECCIÓN: Ciudadela universitaria la Argelia
TELÉFONO: 0091410146 E-MAIL: freddy.tinoco@unl.edu.ec

C. DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN: PS2 / 24J
FECHA DE RECEPCIÓN: 2019-01-17

D. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

DETERMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
	INICIO	FIN			
Cadmio	2019-01-23	2019-01-25	Standard Methods 3113 A	mg/l	<0.001
Plomo	2019-01-28	2019-01-29	Standard Methods 3113 A	mg/l	0.0231

E. OBSERVACIONES

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).

F. GLOSARIO

< Menor al límite de detección
mg/l: miligramos por litro

Líder Técnico
Mgr. Silvio David Aguilar Ramirez



Técnico Analista
Mgr. Diego Maza Estrada

-----FIN DEL INFORME-----