



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES EN FUENTES FIJAS EN
LA PARROQUIA ELOY ALFARO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”**

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

Autor:

Remachi Moreno Jessica Noemi.

Tutor:

Ing. Daza Guerra Oscar René.

Latacunga - Ecuador

Marzo 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Remachi Moreno Jessica Noemi** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga**, siendo el Ing. Oscar Rene Daza Guerra tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Remachi Moreno Jessica Noemi

C.I:050364230-8

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte REMACHI MORENO JESSICA NOEMI, identificada con C.C. N°050364230-8, de estado civil SOLTERA y con domicilio en la calle El Calvario; Barrio La Calera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES EN FUENTES FIJAS EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio: Septiembre 2011

Fecha de finalización: Marzo 2017

Aprobación HCA. 19 de Julio de 2016.

Tutor. Ing. Oscar René Daza Guerra

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES EN FUENTES FIJAS EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 09 días del mes de Marzo del 2017.

.....

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga”, de Remachi Moreno Jessica Noemi, de la Facultad de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2017

El Tutor

Ing. Daza Guerra Oscar Rene

CI: 0400689790

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante, Remachi Moreno Jessica Noemi, con el título de Proyecto de Investigación: Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, Marzo 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: Ing. Alexandra Tapia Mgs
CC: 050266175-4

Lector 2

Nombre: MSc. Patricio Clavijo.
CC: 050144458-2

Lector 3

Nombre: Ing. Cristian Lozano Mgs
CC: 060360931-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y voluntad de superación, a mis Padres por el apoyo incondicional y por demostrarme que con acciones se llega a la meta.

A mis hermanas y hermanos por apoyarme en este largo camino de estudio universitario, a mis sobrinos, sobrinas, cuñados y cuñada, que juntos me dieron grandes ejemplos de progreso.

A mi novio Edwin Chicaiza que ha demostrado paciencia y me ha dado fuerza para continuar con mis objetivos.

Además a las personas que laboran en la empresa ALCOPESA S.A. quienes me permitieron realizar esta investigación en tan noble institución.

También a mis compañeros y docentes que me ayudaron a llevar una vida estudiantil responsable, estricta y divertida.

Jessica Noemi Remachi Moreno

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo plasmado en este proyecto investigativo a mi familia que ha seguido mis pasos en esta etapa de mi vida profesional, en especial a mi sobrino Dilan Remachi quien me impulsa a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi novio Edwin Chicaiza que ha estado junto a mí apoyándome y demostrando que podemos salir adelante en bienestar de las personas que nos rodean.

Jessica Noemi Remachi Moreno

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO:” Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga.”

Autor: Jessica Noemi Remachi Moreno

RESUMEN

El presente proyecto fue ejecutado en la parroquia Eloy Alfaro de la Ciudad de Latacunga se basa en la determinación de la concentración de gases contaminantes que se producen en fuentes fijas de combustión en las empresas que se encuentran en el lugar de estudio.

Se inició con la identificación de ciertas características que deben de cumplir las chimeneas a monitorear, la empresa ALCOPESA S.A. cumple con las normas establecidas en el TULSMA, Libro VI, Anexo 3; como son el puerto de muestreo y el andamio que sirve para colocar la línea de vida y para la movilidad con el equipo. En esta misma fase de campo y con la utilización de un GPS se procedió a tener el punto exacto del conducto teniendo como coordenadas UTM de latitud 0764087; longitud 9896921, además se realizó una encuesta al Jefe de mantenimiento del caldero, para conocer el material combustible que utilizan en sus actividades, el diámetro y tamaño de la chimenea, con esto se confirmó que el conducto cumple con la normativa del Libro VI, Anexo 3 del TULSMA, que a su vez permite determinar los puntos de monitoreo, que en esta investigación fueron cuatro segmentos; esto ayudó para el posterior muestreo de las emisiones.

Los parámetros monitoreados fueron CO, NOx, SO₂, utilizando el equipo TESTO 350, teniendo como referencia del Libro VI, Anexo 3, se realizó tres mediciones al día dependiendo del funcionamiento del caldero de lo cual se obtuvo tres datos representativos dependiendo de cada punto de monitoreo.

Es importante mencionar que la comparación de los datos obtenidos se realizó con normativa TULSMA, Libro VI, Anexo 3 “Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión”; Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión para Calderos Generadores de Vapor (mg/Nm^3), teniendo como resultado que los parámetros monitoreados se encuentran dentro de los límites permisibles; debido a que se da un monitoreo constante al caldero.

Palabras clave: -Calidad del aire,- Caldero, -Chimenea -Monitoreo de Gases, -TESTO 350, - Normativa Vigente.

ABSTRACT

This project was executed in Eloy Alfaro parish of Latacunga City, is based on the determination of the concentration of polluting gases that are produced in ducts of combustion at companies that are consider to study.

It started with the identification of certain characteristics that must be met by the ducts to be monitored, the company ALCOPESA S.A. fulfill with the standards established in TULSMA, Book VI, Annex 3; such as; the sampling port and the scaffold that serves to place the lifeline and for mobility with the equipment. In this same phase of field and with the use of a GPS, researcher proceeded to have the exact point of the conduit having as coordinates UTM latitude 0764087; Length 9896921, in addition, a survey was carried out to the Head of maintenance of the steam generator, to know the combustible material used in their activities, the diameter and size of the ducts, with this it was confirmed that the conduit complies with the regulations of Book VI, Annex 3 of TULSMA, which in turn allows to determine the monitoring points, which for this research were four segments; this helped for the subsequent sampling of emissions.

The parameters monitored were CO, NO_x, SO₂, using the equipment TESTO 350, having as reference of Book VI, Annex 3, three measurements were made per day depending on the operation of the cauldron from which three representative data were obtained depending on each point of Monitoring.

It is important to mention that the comparison of the data obtained was done with TULSMA regulation, Book VI, Annex 3 “Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión”; chart 2: Maximum Allowable Limits of Emission Concentrations for Steam Generator Boilers (mg / Nm³), with the result that the monitored parameters are within the allowable limits; Due to constant monitoring of the steam generator.

Keywords: -Air Quality. - Cauldron, -Ducts, -Gas Monitoring, -TESTO 350.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
INDICE FIGURAS.....	xvii
INDICE MAPAS	xviii
INDICE ECUACION.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
5. OBJETIVOS:.....	4
General 4	
Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7

7.1.	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	7
7.2.	DISPOSITIVOS DE COMBUSTIÓN	9
7.2.1.	Horno	9
7.2.2.	Caldera	9
7.2.2.1.	Calderas Pirotubulares o Igneotubulares.	9
7.4.	TIPOS DE CONTAMINATES	12
7.4.1.	Contaminantes primarios.....	13
7.4.2.	Contaminantes secundarios	13
7.4.3.	Monóxido de carbono CO	13
7.4.4.	Óxidos de nitrógeno. NO _x	14
7.4.5.	Óxidos de azufre. SO_x	15
7.5.	UNIDADES DE MEDIDA DE GASES CONTAMINANTES.....	16
7.5.1.	ppm (partes por millón):	17
7.5.2.	Miligramos por metro cúbico (mg/m³):	17
7.6.	EQUIPO ANALIZADOR DE GASES TESTO 350.....	18
7.6.1.	Preparación para la Medición.	18
7.7.	MONITOREO FUENTES FIJAS	18
7.8.	NORMATIVA.	19
7.8.1.	Protocolo de muestreo	19
7.8.2.	Método 1: (US EPA)	19
7.8.2.1.	Adecuación Del Sitio.	20
7.8.3.	Número de puertos de muestreo.....	22
7.8.4.	Método CTM 034.....	23
7.8.4.1.	Principio	24
7.8.5.	TIEMPO DEL MUESTREO.....	24

7.8.6.	FRECUENCIA DE MUESTREO.....	24
7.8.7.	COMPARACIÓN DE DATOS.....	25
8.	HIPOTESIS:.....	27
9.	METODOLOGÍA.	27
9.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	27
9.1.1.	Georeferenciación.	28
9.1.2.	Investigación de campo.....	28
9.1.3.	Técnica de la Observación.	28
9.1.4.	Técnica del fichaje.	29
9.2.	MONITOREO DE GASES.....	29
9.2.1.	Para la medición:.....	29
9.2.2.	Método para la medición:.....	30
9.2.3.	Obtención de unidades para la posterior comparación de los datos.....	31
9.2.4.	Para el procesamiento de datos:.....	33
9.2.5.	Corrección de concentración de emisiones.....	33
9.3.	PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	33
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	35
	Interpretación.....	38
11.	IMPACTO.....	39
11.1.	AMBIENTAL.....	39
11.2.	SOCIAL.....	39
11.3.	ECONÓMICO.....	39
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
12.1.	CONCLUSIONES.....	40
12.2.	RECOMENDACIONES.....	40

13. BIBLIOGRAFIA.....	42
14. ANEXOS	45
14.1. AVAL DE TRADUCCIÓN.	45
14.2. DATOS OBTENIDOS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN RELACIÓN CON LAS HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CALDERO Y DE LOS PORCENTAJES DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVOS.....	46
FOTOGRAFÍAS.....	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos poblacionales, de la parroquia y cantón	3
Tabla 2. TABLA 2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión para Calderos Generadores de Vapor (mg/Nm ³).....	25
Tabla 3. TABLA 2. Límites Máximos Permisibles de Concentración de Emisión de Contaminantes al Aire para Calderas (mg/Nm ³).....	26
Tabla 4. Datos generales del área de estudio.....	27
Tabla 5. Medidas de los puntos de monitoreo.....	30
Tabla 6. Horario de Medición.....	30
Tabla 7. Parámetros monitoreados por el Equipo Testo 350.....	31
Tabla 8. Coordenadas referenciales de la chimenea.....	35
Tabla 9. Datos Generales de la Empresa	36
Tabla 10. Característica Del Equipo Analizador (Testo).....	37
Tabla 11. PROMEDIO GENERAL POR PUNTO DE MEDICIÓN Y DÍA DE MEDICIÓN....	37
Tabla 12. Comparación con el TULSMA, Libro VI Anexo 3.....	38
Tabla 13. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 1).....	46
Tabla 14. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 1)	46
Tabla 15. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 1)	47
Tabla 16. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 1).....	47
Tabla 17. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 2).....	48
Tabla 18. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 2)	48

Tabla 19. Tercer punto de monitoreo 29,56 m (Día 2).....	49
Tabla 20. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 2).....	49
Tabla 21. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 3).....	50
Tabla 22. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 3)	50
Tabla 23. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 3)	51
Tabla 24. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 3).....	51
Tabla 25. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 4).....	52
Tabla 26. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 4)	52
Tabla 27. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 4)	53
Tabla 28. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 4).....	53
Tabla 29. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 5).....	54
Tabla 30. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 5)	54
Tabla 31. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 5)	55
Tabla 32. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 5).....	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Caldera piro tubulares	10
Gráfico 2. Caldera Acuotubular.....	10
Gráfico 3. Plataforma de muestreo	21
Gráfico 4. Plataforma de muestreo	21

INDICE FIGURAS

Figura 1. Número de puntos dependiendo número de diámetros (EPA, 2010).....	22
Figura 2. Porcentajes de marcación según número de puntos para muestreo (EPA, 2010)	23
Figura 3. Distribución de la marcación de los puntos (EPA, 2010)	23
Figura 4. Medidas de los puntos de muestreo	37

INDICE MAPAS

Mapa 1. Límites de la Parroquia Eloy Alfaro.....	28
Mapa 2. Georeferenciación del lugar investigado por el “Proyecto Calidad de Aire, UTC- fuentes fijas”	35
Mapa 3. Ubicación de la empresa investigada.	35

INDICE ECUACION

Ecuación 1. Transformación de CO ppm a mg/m^3	31
Ecuación 2. Transformación del SO_2 ppm a mg/m^3	32
Ecuación 3. Transformación de NO_x ppm a mg/m^3	32
Ecuación 4. Corrección de concentración de emisiones.....	33

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga.

Fecha de inicio:

Abril 2016

Fecha de finalización:

Marzo 2017

Lugar de ejecución:

Eloy Alfaro- Latacunga-Cotopaxi- Zona 3- Universidad Técnica de Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería de Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto “Calidad del Aire”

Equipo de Trabajo:

Autor: Jessica Noemi Remachi Moreno

Tutor: Ing. Oscar Rene Daza Guerra Mgs.

Lector 1: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja Mgs.

Lector 2 MSc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos.

Lector 3: Ing. Cristian Javier Lozano Mgs.

Área de Conocimiento:

Servicios

Línea de investigación:

Ambiente

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene como finalidad determinar las emisiones atmosféricas producto de la combustión de los diferentes materiales en fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la Ciudad de Latacunga, identificando los contaminantes y su cantidad.

Realizando los respectivos monitoreos de fuentes fijas y con los resultados obtenidos se elaboró una base de datos lo que permitió conocer si las industrias exceden los límites permisibles; ayudando a los moradores del sector a identificar las chimeneas que más contaminación atmosférica producen en el sector.

Las mediciones de los niveles de emisión atmosféricos se realizan fundamentalmente para determinar el cumplimiento de la legislación, de esta forma se podrá conseguir que los límites de gases contaminantes permanezcan en valores que no pueden producir daños a la salud humana, seres vivos y medio ambiente en general.

Este proyecto investigativo es importante ya que al conocer el porcentaje de concentración se podría determinar si tiene influencia con la calidad de vida de la población del área de estudio.

Los monitoreos realizados en este proyecto se podrían renovar de forma constante, pudiendo realizarse la medición de gases de manera anual para ver los índices de crecimiento o reducción de la contaminación del aire que expiden las fuentes fijas involucradas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Datos poblacionales, de la parroquia y cantón

Lugar	Habitantes	Beneficiarios
Parroquia Eloy Alfaro	9.560	Directos
Ciudad de Latacunga	170. 489	Indirectos

Fuente: CENSO INEC 2010.

Elaborado por: Jessica Remachi.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Las diversas actividades realizadas por parte de las empresas provocan una alteración a la calidad del aire, por lo que el impacto ambiental a este factor ha sido un tema de estudio en múltiples lugares, teniendo a continuación autores que permiten conocer esta problemática:

CICA (1999) Es una institución que realizó un monitoreo minucioso a todo tipo de chimeneas generando técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género, esto se dio en la frontera de Estados Unidos con México en la ciudad de MEXICALI, siendo motivo de investigación en busca de un protocolo de medición adecuado que determine el porcentaje de concentración de gases emanados por chimeneas de empresas de menor dimensión, este informe fue revisado técnica y administrativamente por la US EPA.

Lacasaña, M., Aguilar, G., y Romieo, I. (1999) Analizaron todos los datos de monitoreos que se realizaron en México, Sao Paolo y Santiago realizando un artículo científico, en donde nos permite conocer que estas mega ciudades de Latinoamérica tienen programas que controlan las emisiones, sin embargo la contaminación aumenta considerablemente con el paso de los años.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2003). Realizó monitoreos de los parámetros CO, CO₂ y SO_x para determinar la calidad de aire, esto se hizo a las empresas dependiendo de su actividad y su tamaño, teniendo como resultados que las industrias que existen en esta ciudad son las que más contaminan la atmósfera.

Romero, A., y Vaca, P. (2012). Realizaron un inventario de las emisiones atmosféricas en la ciudad de Latacunga, mismo que permite conocer la alteración que se ha dado en el aire de esta ciudad ya sea por fuentes fijas, móviles y de área así también sus principales contaminantes, teniendo en cuenta que proporciona datos estadísticos de los monitoreos realizados en ciudad.

5. OBJETIVOS:

General

Determinar los gases contaminantes emitidos por fuentes fijas en la parroquia Eloy Alfaro de la ciudad de Latacunga, mediante el monitoreo de emisiones, para obtener una base de datos.

Específicos

- Identificar el área de estudio, mediante la georeferenciación de fuentes fijas, clasificando las fuentes generadoras de gases contaminantes en base a los combustibles utilizados.
- Monitorear los gases contaminantes emitidos por fuentes fijas, mediante la utilización del TESTO 350, obteniendo el porcentaje de concentración de las emisiones.

- Elaborar una base de datos con cada uno de los parámetros monitoreados, analizando los resultados en base a normas establecidas.

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

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad.
<p>Identificar el área de estudio, mediante la georeferenciación de fuentes fijas que mantengan activas las chimeneas, clasificando las fuentes generadoras de gases contaminantes en base a los combustibles utilizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de las coordenadas. • Identificación del combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas UTM. • Base de datos de chimeneas de acuerdo al material de combustión. 	<p>Técnicas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observación de campo. Permitió conocer si la empresa contaba con el puerto de muestreo. 2. Encuesta Esta técnica se la realizó al encargado del caldero, para conocer características del mismo. 3. Ficha de campo. Utilizada para sintetizar la información de la encuesta. <p>Equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Cámara fotográfica
<p>Evaluar los gases contaminantes emitidos por fuentes fijas, mediante la utilización del TESTO 350, obteniendo el porcentaje de concentración de las</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento del protocolo de monitoreo. • Monitoreo de las emisiones en la zona de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de los gases contaminantes. 	<p>Investigación de campo. En esta fase se realizó el monitoreo de gases en la chimenea.</p> <p>Fase de Gabinete. Permitió trasladar</p>

emisiones.			los datos del equipo Testo 350 al computador. Instrumentos. Fichas de monitoreo. Equipos. <ul style="list-style-type: none"> • Computador • Testo 350
Elaborar una base de datos con cada uno de los parámetros monitoreados, analizando los resultados en base a normas establecidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de una base de datos de cada uno de los gases contaminantes. • Comparación de resultados obtenidos con el TULSMA, Libro VI, Anexo 3, “Norma De Concentraciones De Emisión Al Aire Desde Fuentes Fijas De Combustión”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis estadístico de la concentración de gases contaminantes. 	Fase Gabinete. Se realizó la base de datos. A continuación se comparó con la normativa vigente. Instrumentos. Paquete estadístico software (Excel)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

7.1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica hoy en día es un problema ambiental global que altera no solo al ambiente sino también afecta a la salud y por ende al bienestar de las personas. Debemos de considerar que tenemos dos fuentes contaminantes las mismas que son naturales y antropogénicas, teniendo mayor impacto las que son producidas por el ser humano.

La contaminación del aire resulta de una compleja suma de miles de fuentes de emisión que van desde las industrias y los vehículos automotores, hasta el uso de productos de limpieza domésticos y pinturas e incluso la vida animal y vegetal; que alteran la composición normal de la atmósfera, esta alteración puede generar problemas de salud humana y daños a las infraestructuras físicas (OMS, 2004).

Para Orozco, Serrano, Delgado, Rodríguez, Alfayate (2003), La contaminación antropogénica con frecuencia se ha clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes en la troposfera considerando su localización fija o móvil.

Fuentes móviles.- incluyen los diversos tipos de vehículos de motor utilizados en el transporte.

Fuentes fijas.- a diferencia de las anteriores, se localizan en un punto determinado.

Una fuente de área o área-fuente se conoce como una determinada zona o región, urbana, sub-urbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire (OMS, 2004).

Para realizar estudios de agentes contaminantes atmosféricos por fuentes fijas debemos conocer la diferencia entre emisión e inmisión:

Según Orozco et al. Define como emisión: es la concentración de contaminantes que vierte un foco determinado, se mide a la salida del foco emisor.

Inmisión, que según la (O.M.S, 1969), se define como la presencia de contaminantes en la atmósfera a nivel del suelo, de modo temporal o permanente.

Woodard K. (1998) Las emisiones de materia particulada proveniente de la combinación fuentes de servicios públicos, industriales y comerciales/institucionales son pequeñas en comparación a las emisiones provenientes de las fuentes de combustión de zona. Esto es debido a tantas condiciones superiores de combustión, las cuales resultan en mayores eficiencias de combustión, como también de los controles de adición para MP para la combustión de carbón y algunas fuentes de combustión de aceite. Las combustiones de servicios públicos, industriales y comercial/institucional fueron las fuentes de punto más significantes de MP10 y MP2.5 en 1990. Otras fuentes industriales significantes incluyeron el procesamiento de metales, de productos minerales y de productos de madera (p. 23).

Dentro de las emisiones por fuentes fijas se pueden mencionar dos tipos: generadas por combustión (chimeneas) y las inherentes que responden al tipo de actividad industrial y de servicios.

El propósito del muestreo en la fuente es determinar la concentración del contaminante en una corriente de gas o la tasa de emisión del contaminante de una chimenea o del escape de un proceso. Midiendo la concentración del contaminante en un volumen conocido de gas y determinando la tasa de flujo del gas en una chimenea es posible calcular la tasa de emisión en masa del contaminante (SMARN, 2005).

7.2.DISPOSITIVOS DE COMBUSTIÓN

7.2.1. Horno

Un horno es considerado como un dispositivo, que permite la conversión de energía química de un combustible o energía eléctrica, en calor; el mismo que es transmitido a los materiales que se encuentran en su interior, los cuales posteriormente serán transformados. Las altas temperaturas se consiguen mediante la quema de combustibles líquidos y sólidos. (Castells, 2012).

7.2.2. Caldera

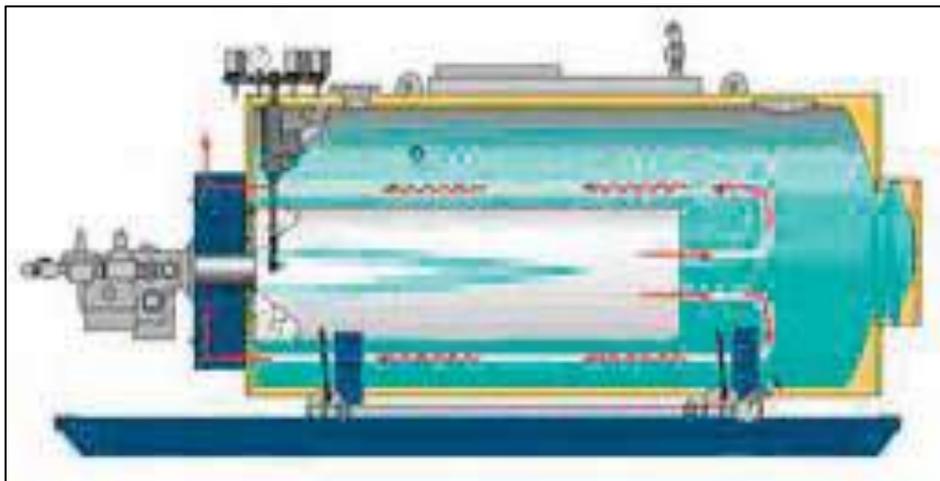
Una caldera es un dispositivo que se diseña con la finalidad de generar vapor saturado, en este sistema el fluido generalmente líquido, se calienta y se produce un cambio de estado. (Bonilla, Arranza, y Beltheton, A. 2009).

Para la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (2009), Las calderas industriales pueden clasificarse de acuerdo a su diseño en:

7.2.2.1. Calderas Piro-tubulares o Igneotubulares.

En este tipo de calderas la llama se forma en el hogar pasando los humos por el interior de los tubos de los pasos siguientes para ser conducidos a la chimenea; presentan una elevada pérdida de carga en los humos. En este tipo de calderas el hogar y los tubos están completamente rodeados de agua. (CNMAC, 2009).

Gráfico 1. Caldera pirotubulares

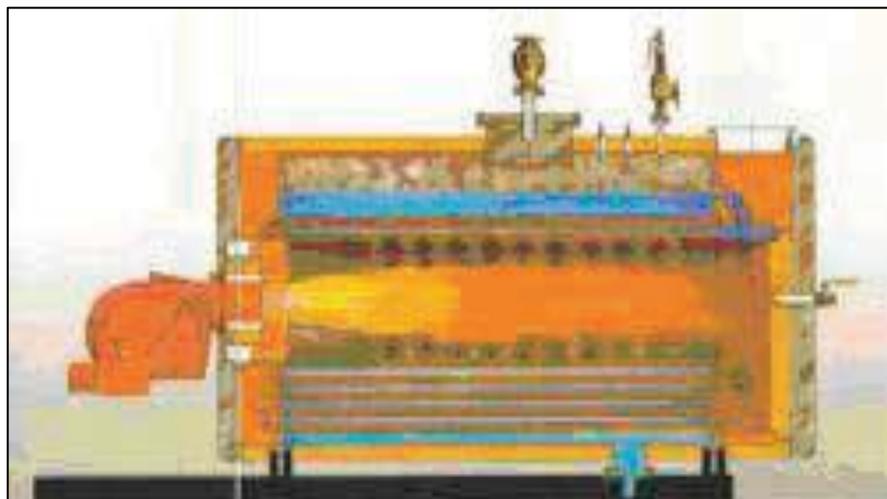


Fuente: (CNMAC, 2009)

7.2.2.2. Calderas Acuotubulares.

En este tipo de calderas la llama se forma en un recinto de paredes tubulares que configuran la cámara de combustión. Soporta mayores presiones en el agua, pero es más cara, tiene problemas de suciedad en el lado del agua, y menor inercia térmica. (CNMAC, 2009)

Gráfico 2. Caldera Acuotubular



Fuente: (CNMAC, 2009)

7.3. CHIMENEAS

Es el conjunto de la salida de los gases y humos de la combustión para la atmósfera. Además, tiene como función producir el tiro para obtener una adecuada combustión (López, G., 2014). O son los elementos encargados de evacuar los humos hasta el exterior de los edificios, por encima de la cubierta de los mismos (Martínez, R 2005).

González, A. (2008) Los sistemas de conductos de PVC y de otros plásticos, son resistentes a una variedad de sustancias corrosivas, desde agua regia hasta ácido sulfúrico al 95%. Pero los sistemas de conductos de plástico no pueden tolerar temperaturas ambientales arriba de 150oF. Los sistemas de conductos de metal pueden manejar temperaturas hasta de aproximadamente 1000oF, pero solamente ciertas aleaciones pueden tolerar corrientes corrosivas. (pág. 35).

Vatavuk, W. (1999). Por lo que deberíamos determinar según la actividad o proyecto el material con el que se debe construir la chimenea.

Vatavuk, W. (1999) En términos de construcción, los sistemas de conductos pueden ser ya sea rígidos o flexibles. Como el nombre lo implica, los sistemas de conductos rígidos, sean de metal o de plástico, tiene una forma fija. Contrariamente, los sistemas de conductos flexibles pueden doblarse para tomar en cuenta situaciones donde el espacio es limitado o donde su disposición es tan intrincada que los accesorios rígidos no pueden cumplir con los requerimientos de construcción. Usualmente, de sección transversal de forma circular, los conductos flexibles pueden ser fabricados de metales o de plásticos y pueden ser aislados o no aislados. (pág. 57)

Para Martínez, R. (2005) en una chimenea intervienen fundamentalmente, los siguientes elementos:

- 1.- Sección interior, o de paso de gases.

2.- Altura, ya sea.

2.1.- Para dispersión de gases en la atmósfera libre, o

2.2.- Para la obtención de una depresión mínima determinada en su base

3.- Tipo de material estructural (o externo)

3.1.- Resistencia a las acciones externas

3.1.1.- Viento y “vórtices de Kármán”

3.1.2.- Sismos

3.2.- Cimentación: conocimiento de la geología del terreno

4.- Tipo de material de revestimiento interior

4.1.- Resistencia a la temperatura y ataque físico-químico de los gases.

Para determinar las características de una chimenea es imprescindible conocer el tipo de fluido que se espera que circule por ella. Normalmente se trata de humos producto de la combustión de combustibles fósiles (carbón, derivados líquidos o gaseosos del petróleo), madera, etc., en aire ambiente. Sin embargo, aun en estos casos, hay que tener en cuenta la posible “contaminación” de estos humos con sustancias desprendidas de los procesos en los que intervienen, como por ejemplo, en los hornos de reverbero. (Vatavuk, W, 1999).

7.4.TIPOS DE CONTAMINATES

Los contaminantes atmosféricos se distinguen en dos tipos: primarios y secundarios.

La denominación de contaminantes primarios se aplica a aquellos agentes que se emiten de forma directa a la atmósfera, mientras que, bajo el término secundario, se engloban especies que no se emiten como tales directamente a la atmósfera, sino que se forma en ella por interacciones entre contaminantes primarios, componentes naturales de la atmósfera y radiaciones incidentes en la misma (Orozco, et al).

Todos ellos salvo las partículas, se agrupan en función de su naturaleza química. Los más destacables de cada uno de estos dos grupos son:

7.4.1. Contaminantes primarios

- Monóxido de carbono (CO).
- Óxidos de nitrógeno (NO_x, especialmente NO y NO₂).
- Óxidos de azufre (SO_x, especialmente SO₂).
- Hidrocarburos (HC) o compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Partículas.
- Otros (amoníaco NH₃; sulfuro de hidrógeno H₂S; halógenos X₂; dióxido de carbono CO₂, monóxido de dinitrógeno N₂O).

7.4.2. Contaminantes secundarios

- Ozono O₃
- Oxidantes Fotoquímicos.
- Sulfatos.
- Nitratos.

En el caso de la utilización del testigo 350 nos proporciona datos de contaminantes gaseosos como CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, es por esto que se realiza la investigación sobre estas emisiones y sus alteraciones que provocan al ambiente y el ser humano.

7.4.3. Monóxido de carbono CO

Según Orozco, et al. (2003) es un gas incoloro e insípido, su densidad es del 96,5% de la del aire es poco soluble en agua. En términos de masa es el contaminante más abundante y más ampliamente distribuido.

Entre las principales fuentes generadoras se encuentra que el 90% de CO que encontramos en la atmósfera proviene de fuentes naturales, con respecto al CO de origen antropogénico, el mayor productor es el transporte, aunque también existen fuentes emisoras entre las que cabe destacar las plantas de combustión y el tratamiento de residuos. Woodard K. (1998)

Los principales procesos químicos en los que se forma el monóxido de carbono son:

La combustión incompleta de hidrocarburos y materia orgánica en general: motores mal regulados, braseros, hogueras, estufas de carbón o leña, tabaco, materiales plásticos y del hogar (es muy peligroso en un incendio lento). Orozco, et al. (2003).

Orozco, et al. (2003) Reacción entre el dióxido de carbono formado en la combustión y el carbono del combustible aun quemado: estos procesos son muy frecuentes en industrias que realizan actividades con temperaturas muy elevadas, como ejemplo sería las industrias siderúrgicas (pág. 344).

7.4.4. Óxidos de nitrógeno. NO_x

Al hablar de contaminación atmosférica se emplea la denominación óxidos de nitrógeno para englobar bajo la misma el monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno. De todos los posibles óxidos que pueden formar el nitrógeno, únicamente se detectan en la atmósfera N₂O, NO, NO₂, pues el resto son inestables y se disocian, conduciendo a la formación de algunos de los anteriores. (Keller y Blodgett, 2007).

El término óxidos de nitrógeno es un concepto amplio que incluye al monóxido de nitrógeno (NO), al dióxido de nitrógeno (NO₂) y a otros óxidos de nitrógeno menos comunes. En general estos compuestos se forman durante los procesos de combustión, son precursores del ozono troposférico y normalmente son eliminados de la atmósfera por procesos de

precipitación seca y húmeda. El (NO_2) y el (NO) son no inflamables e incoloros a la temperatura ambiente; el (NO) es un gas de olor agudo, mientras que el dióxido de nitrógeno (NO_2) tiene un fuerte olor áspero y es un líquido en la temperatura ambiente, que se convierte en un gas rojizo en temperaturas superiores a los 21 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) (IDEAM, 2005).

El origen del dióxido de nitrógeno puede ser natural, y se da en procesos biológicos de suelos, en las tormentas, y por la oxidación del monóxido de nitrógeno natural. En cuanto a las fuentes antropogénicas, el dióxido de nitrógeno se origina por la oxidación del nitrógeno presente en los combustibles fósiles cuando se llevan a cabo procesos de combustión a alta temperatura (i.e., la combustión en los motores de los carros) (SDA, 2007).

Debemos tener en cuenta que la toxicidad de los NO_x en sí mismos no es elevada el NO resulta menos problemático que el NO_2 , dada la mayor toxicidad de este último. A las concentraciones del aire ambiental estos gases en sí mismos no resultan problemáticos, aunque con un incremento de la concentración, y especialmente en ambientes cerrados, pueden alcanzarse niveles tales que lleguen a originar irritación ocular y respiratoria. (OMS, 2004)

7.4.5. Óxidos de azufre. SO_x

Con el nombre de óxidos de azufre se engloban el dióxido, SO_2 , y el trióxido de azufre SO_3 . El que se emite en mayor cantidad hacia la atmósfera es el SO_2 al que acompaña por lo común una pequeña cantidad (1-2%) de SO_3 , sin embargo, este último no se encuentra generalmente en la atmósfera, debido a que reacciona rápidamente con la humedad, convirtiéndose en ácido sulfúrico. Ambos son gases incoloros, teniendo dióxido de azufre un olor acre a concentraciones superiores a 3 ppm.

Las emisiones naturales contribuyen poco más del 50% de las emisiones totales de SO₂ provienen principalmente de la oxidación del sulfuro de hidrogeno (H₂S) organizado por la degradación anaerobia de la materia orgánica de pantanos, lodazales, océanos y fuentes biológicas terrestres.

Los principales efectos de los óxidos de azufre serán los derivados de su transformación en agentes causantes de la lluvia acida, por lo que nos extenderemos con algo más de detalle sobre estos últimos.

Sin embargo, es preciso indicar que los óxidos de azufre como tales pueden también ocasionar problemas sobre los ecosistemas.

Así, podemos afirmar que exposiciones, durante periodos cortos y elevadas concentraciones, pueden originar en las plantas áreas muertas en las hojas. Igualmente, aunque las concentraciones no sean elevadas, el periodo de exposición es largo pueden originarse lesiones crónicas. Los daños dependen de la especie de que se trate en incluso de otras condiciones ambientales, tales como la humedad y la temperatura o el nivel de nutrientes. (Woodard K. 1998).

7.5.UNIDADES DE MEDIDA DE GASES CONTAMINANTES

Según Copyrigh Testo “La concentración de los constituyentes del gas es un indicador de la presencia de contaminantes en los humos” (2010).

Generalmente se utilizan las siguientes unidades:

7.5.1. ppm (partes por millón):

Al igual que el "porcentaje (%)", la unidad ppm representa una relación. Porcentaje significa "un número determinado de partes por cada cien partes"; ppm significa "un número determinado de partes por millón de partes". La unidad ppm no depende de la presión ni de la temperatura y se utiliza para concentraciones más bajas. Si están presentes concentraciones mayores, éstas se especifican en porcentaje (%). Los porcentajes se convierten como sigue:

$$10.000 \text{ ppm} = 1\%$$

$$1.000 \text{ ppm} = 0,1\%$$

$$100 \text{ ppm} = 0,01\%$$

$$10 \text{ ppm} = 0,001\%$$

$$1 \text{ ppm} = 0,0001\%$$

7.5.2. Miligramos por metro cúbico (mg/m³):

No obstante Copyrigh Testo (2010), menciona que la unidad mg/Nm³, se utiliza como variable de referencia el volumen normal (metros cúbicos normales, Nm³) y la masa del gas nocivo se especifica en miligramos (mg). Como esta unidad depende de la presión y de la temperatura, se utiliza como referencia el volumen en condiciones normales; estos se definen como sigue:

Temperatura: 0 °C

Presión: 1013 mbar (hPa)

7.6.EQUIPO ANALIZADOR DE GASES TESTO 350.

7.6.1. Preparación para la Medición.

El sensor de temperatura montado en la caja analizadora mide la temperatura del aire de combustión (TA) de manera continua. El aire exterior necesario para la fase de puesta a cero entra por la válvula si hay montada una válvula de aire exterior (opcional), en caso contrario, entra por el escape. De este modo la sonda de los gases de combustión se puede encontrar en el canal de gases de combustión desde antes de o durante la fase de puesta a cero. (Manual del testo 350, 2008).

7.7.MONITOREO FUENTES FIJAS

Según la OMS, (2016), El monitoreo de la calidad del aire es la medición de la concentración ambiente de los contaminantes atmosféricos o inmisión. Si bien esta es una herramienta muy importante para la gestión de la calidad del aire, la misma se complementa con la medición directa de las emisiones en la fuente.

PARA MAVDT, (2010), El protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica presenta tres alternativas para la estimación de contaminantes en la fuente:

- 1) balance de masas;
- 2) factores de emisión y
- 3) medición directa.

7.8. NORMATIVA.

Rigiéndonos a los artículos de la Constitución Política del Ecuador que consolida la protección del medio ambiente, así como como el derecho de vivir en un ambiente sano y equilibrado además de la obligatoriedad de regular, mitigar y recuperar los recursos naturales de nuestro país según la Ley de prevención y Control Ambiental vigente,

La normativa a ser aplicada en este proyecto se encuentra estipulada en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, de la Calidad Ambiental, Anexo 3, Normas de emisiones de aire desde fuentes Fijas de combustión.

En estas normas contemplan a parte de las reglamentaciones y los límites permisibles de emisión de contaminantes al aire, la metodología y equipos de medición; es importante mencionar que el protocolo de medición de esta norma está basado en la reglamentación de las EPA; por lo que a continuación se dan las especificaciones:

7.8.1. Protocolo de muestreo

La EPA se cataloga como una agencia reguladora decretada por el Congreso de EE.UU. Esta se encarga de autorizar, escribir normas y reglamentos que explican los detalles técnicos, operacionales y legales necesarios para implementar las leyes ambientales. Los reglamentos son requisitos obligatorios que se pueden aplicar a individuos, negocios, gobiernos estatales y locales, instituciones sin fines de lucro, entre otros. (EPA, 2010).

7.8.2. Método 1: (US EPA)

Selección del sitio de muestreo, Determinación del número de puntos y su localización en la chimenea

Verifique el diámetro de la chimenea y no realizar medición si la chimenea o ducto presenta un diámetro menor de 0.30 metros o un área transversal menor de 0.071 metros cuadrados.

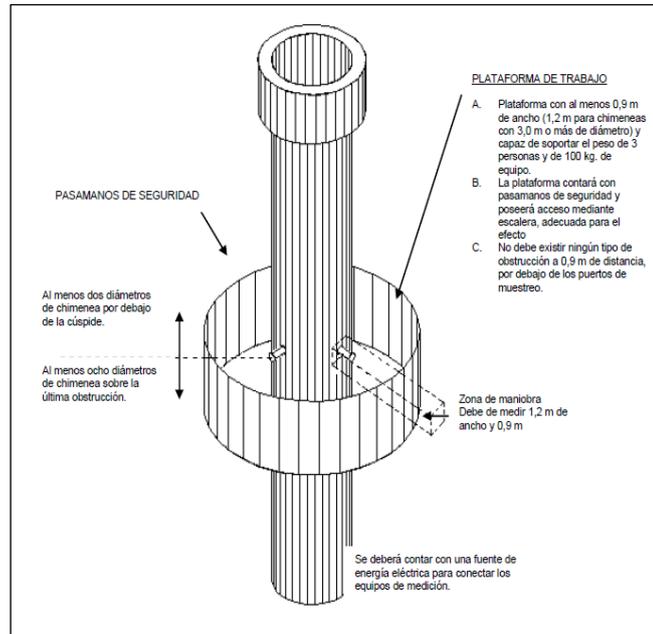
- Determine el número de punto a muestrear en la sección transversal de la chimenea
- Verifique que las distancias en la línea de sonda son los adecuados respecto al diámetro en chimenea y número de puntos a muestrear.

7.8.2.1. Adecuación Del Sitio.

Según el Libro VI, Anexo 3 del TULSMA; una vez elegido el sitio se adecua cumpliendo los siguientes requisitos:

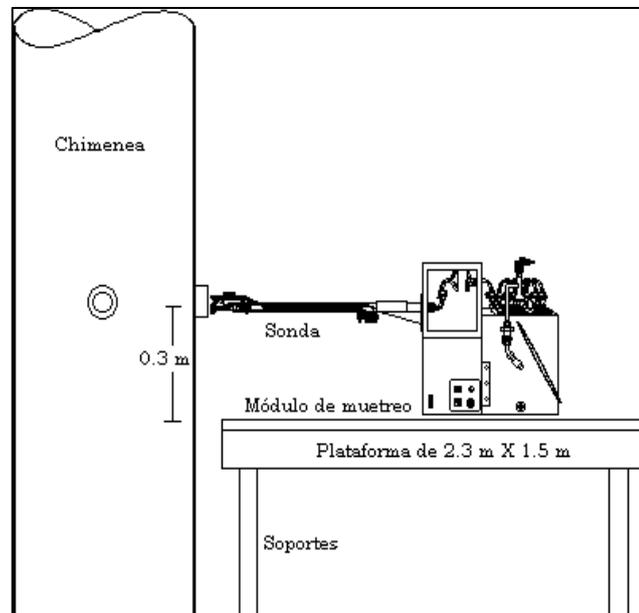
- ✓ Que la plataforma sea amplia y resistente.
- ✓ Que sea de fácil acceso.
- ✓ Que cuente con suministro de energía eléctrica.
- ✓ Que cuente con protección necesaria para evitar los cortos circuitos y choques eléctricos.

Gráfico 3. Plataforma de muestreo



Fuente: Libro VI, Anexo 3, TULSMA

Gráfico 4. Plataforma de muestreo



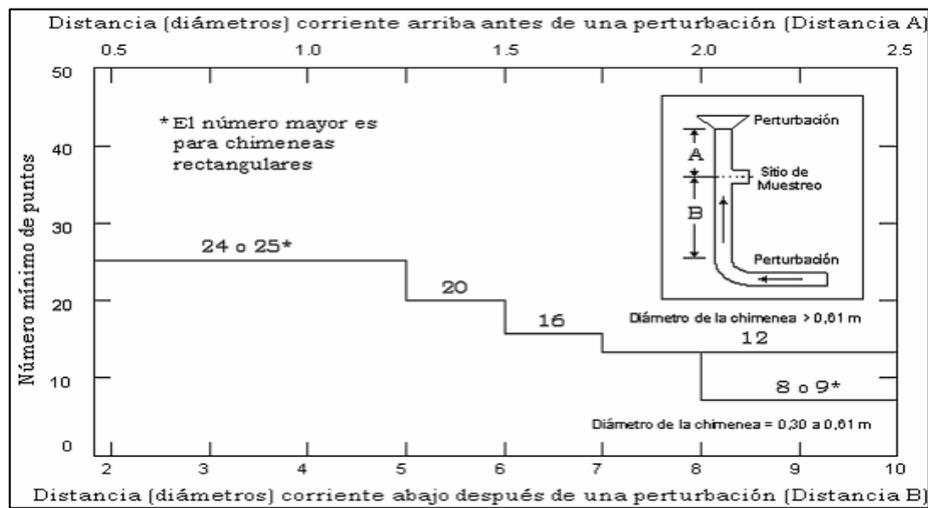
Fuente: Norma Colombiana de Monitoreo de Gases e Fuentes Fijas (2010)

7.8.3. Número de puertos de muestreo.

El número de puertos de muestreo requeridos se determinará de acuerdo al siguiente criterio:

- a. dos (2) puertos para aquellas chimeneas o conductos de diámetro menor 3,0 metros,
- b. cuatro (4) puertos

Figura 1. Número de puntos dependiendo número de diámetros (EPA, 2010)



Fuente: Libro VI, Anexo 3, TULSMA

Para efectuar la distribución de estos puntos calculados efectuar las siguientes operaciones:

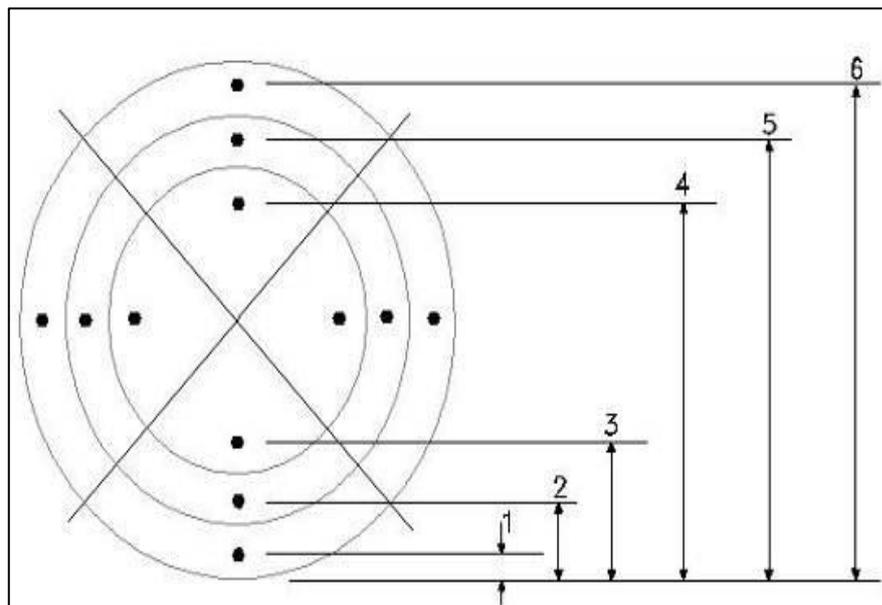
Chimeneas de sección circular: Utilizar la Figura 2, en la cual se indica la distancia de cada punto a la pared de la canalización (expresada en porcentaje del diámetro equivalente).

Figura 2. Porcentajes de marcación según número de puntos para muestreo (EPA, 2010)

Numeración del punto de muestreo en un diámetro	Número de puntos de muestreo en un diámetro					
	2	4	6	8	10	12
1	14.6	6.7	4.4	3.2	2.6	2.1
2	85.4	25.0	14.6	10.5	8.2	6.7
3		75.0	29.6	19.4	14.6	11.8
4		93.3	70.4	32.3	22.6	17.7
5			85.4	67.7	34.2	25.0
6			95.6	80.6	65.8	35.6
7				89.5	77.4	64.4
8				96.8	85.4	75.0
9					91.8	82.3
10					97.4	88.2
11						93.3
12						97.9

Fuente: Libro VI, Anexo 3, TULSMA-

Figura 3. Distribución de la marcación de los puntos (EPA, 2010)



Fuente: Libro VI, Anexo 3, TULSMA

7.8.4. Método CTM 034

Este método es aplicable a la determinación de concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) en emisiones controladas y no controladas originadas en combustiones de combustibles como gas natural, propano, butano y petróleos.

Este método está designado para proporcionar un alto grado de seguridad en el cumplimiento de normativas mediante la monitorización o comprobación periódicas. Este método no es adecuado para aquellos casos en los que se necesita un método de comprobación de referencia EPA. Además, debido a la sensibilidad cruzada inherente a los sensores electroquímicos, este método no se debería aplicar a otros contaminantes o fuentes de emisiones sin una investigación exhaustiva previa sobre posibles interferencias analíticas y una evaluación comparativa con otros métodos de comprobación EPA.

7.8.4.1.Principio

Se extrae una muestra de gas de la chimenea mediante un analizador portátil para la determinación de concentraciones de NO, NO₂, CO y O₂. Se deben conocer con exactitud las especificaciones técnicas y el manejo del analizador así como los procedimientos de comprobación para obtener datos fiables. (ICAC 2000).

7.8.5. TIEMPO DEL MUESTREO

Consideraciones adicionales para la evaluación de emisiones atmosféricas la evaluación de emisiones atmosféricas mediante medición directa debe comenzar como mínimo 30 minutos después de iniciada la operación del proceso o instalación y debe finalizar antes que se detenga la operación del mismo, cumpliendo los tiempos y volúmenes mínimos establecidos por el presente protocolo. (TULSMA 2010).

7.8.6. FRECUENCIA DE MUESTREO

Se llevará a cabo un monitoreo de los puntos de emisiones, con un mínimo de 3 veces, en periodos representativos de la fuente. (EPA, 2010)

7.8.7. COMPARACIÓN DE DATOS

Para la comparación de la concentración de gases contaminantes se basó en el TULSMA tanto en el Borrador de la Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión expedida en febrero del 2015 así como en el Registro Oficial N° 387 del 4 de Noviembre de 2015 que se encuentra vigente.

“Reforma de la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión” del LIBRO VI ANEXO 3 del TULSMA.

Tabla 2. TABLA 2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión para Calderos Generadores de Vapor (mg/Nm³).

Contaminante	Combustible	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta marzo de 2013	Fuente fija nueva: en funcionamiento a partir de marzo de 2013
Material particulado	Sólido sin contenido de azufre	280	180	70
	Fuel oil	280	180	50
	Diesel	280	180	50
Óxidos de nitrógeno	Sólido sin contenido de azufre	1100	850	600
	Fuel oil	700	550	400
	Diesel	600	550	400
	Gaseoso	250	140	140
Dióxido de azufre	Fuel oil	2150 ^a , 3250 ^b	2150 ^a , 3250 ^b	430 ^a , 650 ^b
	Diesel	1000	1000	200
Monóxido de carbono	Sólido sin contenido de azufre	1800	1800	1800
	Fuel oil	200	200	120
	Diesel	200	200	120
	Gaseoso	100	100	80

Mg/m³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, mil trece milibares de presión (1013 mbar) y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 7% de oxígeno para combustibles sólidos y 4% para combustibles líquidos y gaseosos.

^a: límite para fuel oil liviano

^b: límite para fuel oil pesado

Sólido sin contenido de azufre: incluye biomasa como madera y bagazo

REGISTRO OFICIAL N° 287 DEL 4 DE NOVIEMBRE DE 2015.

Tabla 3. TABLA 2. Límites Máximos Permisibles de Concentración de Emisión de Contaminantes al Aire para

Contaminante	Combustible		Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material particulado	Sólido Fósil	Coke	430	180	142
	Líquido	Fuel oil			
		Crudo petróleo			
		Diesel			
Óxidos de nitrógeno	Sólido Fósil	Coke	1330	1030	614
	Líquido	Fuel oil	850	670	434
		Crudo petróleo			
		Diesel			
	Gaseoso	GLP O GNP	600	486	302
Dióxido de azufre	Sólido Fósil	Coke	2004	2004	600
	Líquido	Fuel oil	2004	2004	600
		Crudo petróleo			

Calderas (mg/Nm³).

mg/m³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, (760 mmHg) de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 4% de oxígeno (O₂).

8. HIPOTESIS:

H₀: La cantidad de emisiones atmosféricas producidas por la empresa ALCOPESA S.A. superan los límites permisibles en la Parroquia Eloy Alfaro.

H₁: La cantidad de emisiones atmosféricas producidas por la empresa ALCOPESA S.A. no superan los límites permisibles en la Parroquia Eloy Alfaro.

9. METODOLOGÍA.

9.1.ÁREA DE ESTUDIO

Tabla 4. Datos generales del área de estudio

CARACTERÍSTICA	DATOS
Ubicación geográfica.	Norte: Parroquias Alaquez, Guaytacama
	Sur: Parroquia Ignacio Flores
	Este: La Matriz, Ignacio Flores
	Oeste: Parroquia Once de Noviembre, Poalo
Altitud	2750 msnm
Clima	Templado Y Frío.
Precipitación Anual	De 500 a 1.000 ml.

Elaborado Por: Jessica Remachi

Fuente: Junta Parroquial Eloy Alfaro

Mapa 1. Límites de la Parroquia Eloy Alfaro



Fuente: CNE (2017)

9.1.1. Georeferenciación.

Se realizó la georeferenciación para obtener las coordenadas de la empresa en donde se ubica el conducto o chimenea en la parroquia Eloy Alfaro, con la utilización de un GPS, que arroja coordenadas UTM, en latitud y longitud.

9.1.2. Investigación de campo.

Esta investigación permitió realizar las mediciones en la chimenea de la empresa para obtener los niveles de concentración de los diferentes contaminantes y obtener una base de datos.

9.1.3. Técnica de la Observación.

En el proceso de investigación del proyecto es importante porque permite conocer el tipo de caldero y la forma de la chimenea, así también se puede identificar si el lugar de investigación es apto para el monitoreo de gases.

9.1.4. Técnica del fichaje.

Esta técnica fue utilizada para obtener información de la empresa, como sus datos generales, características del equipo que genera emisión de gases, entre otras cosas.

Esta se realizó en base al Acuerdo Ministerial 0,28 de la República del Ecuador y adaptándose a las necesidades de la investigación.

9.2.MONITOREO DE GASES

9.2.1. Para la medición:

Para empezar con la medición es necesario verificar que el TESTO 350 cuente con un certificado de calibración lo que determina que los datos sean precisos y confiables.

Este equipo permite manipular las unidades de medición, teniendo % de concentración, ppm, mg/m³, como en este proyecto se compara con el porcentaje de concentración del Libro VI, Anexo 3 se requiere mg/m³, de los parámetros monitoreados es importante mencionar que el CO, NO_x, CO₂, SO₂ y O₂ son analizados mediante celdas electroquímicas.

Se debe tener en cuenta que existen condiciones que el Testo 350 permite manipular previo al monitoreo esto depende de la normativa a utilizar, en esta investigación basada en el TULSMA, Libro VI, Anexo 3, sobre concentración de gases en fuentes fijas debemos tener, (760 mm Hg) de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 4% de oxígeno (O₂), por lo tanto estos datos deben estar enmarcados antes de iniciar el monitoreo.

9.2.2. Método para la medición:

Para realizar la medición se empezó con el cálculo del número de puntos a monitorear, esto basado en el TULSMA Libro VI, Anexo 3, en donde se determina que si en la chimenea existe un solo puerto de muestreo se debe realizar las mediciones en cuatro puntos, mientras que las distancias se basaron en la misma norma en donde se especifica que la punta de la sonda debe quedar separada 1,3cm del diámetro interno, teniendo como resultado;

Tabla 5. Medidas de los puntos de monitoreo.

Punto de monitoreo	Distancia
1	1,3 cm
2	15,43 cm
3	29,56 cm
4	43,70 cm

Elaborado por: Jessica Remachi

Además basándose en el TULSMA dependiendo a las horas de funcionamiento del caldero se determinó que al tener funcionamiento de 8 horas se realizaran 3 monitoreos teniendo en cuenta que hay que esperar 30 minutos del encendido del motor, así también 30 minutos antes del apagado, esto para no alterar los parámetros a ser investigados; teniendo como resultado:

Tabla 6. Horario de Medición

	Horario
Mañana	08h00 - 09h00
Medio Día	11h00 – 12h00
Tarde	15h00- 15h00

Elaborado por: Jessica Remachi

Otro método en el que se basa esta investigación es en la Normativa EPA, en donde nos indica que se debe considerar como mínimo tres datos representativos del monitoreo realizado, por cada punto.

9.2.3. Obtención de unidades para la posterior comparación de los datos.

Tabla 7. Parámetros monitoreados por el Equipo Testo 350.

°C TH	% O ₂	ppm CO	% CO ₂	ppm NOx	ppm NO	ppm NO ₂	ppm SO ₂
165,3	5,08	0	11,82	63,0	63	0,0	175
165,7	5,10	0	11,80	64,0	64	0,0	175
166,0	5,09	0	11,81	63,0	63	0,0	175

Elaborado por: Jessica Remachi

Como se puede observar el equipo Testo 350, midió gases como: ppm CO, % CO₂, ppm NOx, ppm NO, ppm NO₂, ppm SO₂, es por esto que se procedió a convertir las unidades de los parámetros, con ecuaciones establecidas:

Ecuación 1. Transformación de CO ppm a mg/m³

$$\text{CO} \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \left[\frac{21 - \text{O}_2\text{-Referencia}}{21 - \text{O}_2} \right] * \text{CO (ppm)} * 1,25$$

Siendo;

O₂-referencia: 4 (Constante)

O₂ el oxígeno medido por el Equipo.

CO ppm: Partes por millón de Monóxido de Carbono.

Ecuación 2. Transformación del SO₂ ppm a mg/m³

$$\text{SO}_2 \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \left[\frac{21 - \text{O}_2\text{-Referencia}}{21 - \text{O}_2} \right] * \text{SO}_2(\text{ppm}) * 2,86$$

Siendo;

O₂-referencia: 4 (Constante)

O₂ el oxígeno medido por el Equipo.

SO₂ ppm: Partes por millón de Dióxido de Azufre

Ecuación 3. Transformación de NO_x ppm a mg/m³

$$\text{NO}_x \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \left[\frac{21 - \text{O}_2\text{-Referencia}}{21 - \text{O}_2} \right] * (\text{NO}(\text{ppm}) + \text{NO}_2(\text{ppm})) * 2,05$$

Siendo;

O₂-referencia: 4 (Constante)

O₂ el oxígeno medido por el Equipo.

NO ppm: Partes por millón de Monóxido de Nitrógeno.

NO₂ ppm: Partes por millón de Monóxido de Nitrógeno.

Se recomienda medir en estas unidades, para lograr obtener NO_x, puesto que aquí se tendrá la sumatoria de NO y NO₂, teniendo un grado de error mínimo en este gas.

9.2.4. Para el procesamiento de datos:

Obtenidos los resultados de concentración de las emisiones atmosféricas se procedió a realizar una base de datos con la utilización del paquete estadístico Excel; en donde se especifican los datos de medición como es el caso de los puntos de monitoreo, las horas y las repeticiones.

9.2.5. Corrección de concentración de emisiones

Para la verificación del cumplimiento de los límites establecidos en la Normativa del TULSMA, Libro VI, Anexo 3, las concentraciones de emisión medidas deben previamente corregirse, considerando el porcentaje de oxígeno (O₂) que se indique en cada caso y aplicando la siguiente expresión:

Ecuación 4. Corrección de concentración de emisiones

$$Ec: \frac{21-Oc}{21-Om} * Em$$

Siendo;

Ec: concentración de emisión corregida (mg/Nm³) en base seca.

Em: concentración de emisión medida (mg/Nm³) en base seca

Oc: Porcentaje de oxígeno (O²) de corrección (%)

Om: Porcentaje de oxígeno (O²) medido.

9.3.PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Los datos obtenidos en la corrección son los valores a ser comparados con la normativa aplicable en esta investigación se utilizó el “TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN

SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE” (TULSMA). Libro VI, Anexo 3. Tabla 2. Límites máximos permisibles de concentración de emisión de Contaminantes al aire para calderas (mg/nm³) del Borrador de la Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión expedida en febrero del 2015; para comparar el parámetro de CO así como la Tabla 2. Límites máximos permisibles de concentración de emisión de Contaminantes al aire para calderas (mg/nm³) del Registro Oficial N° 387 del 4 de Noviembre de 2015 que se encuentra vigente para la comparación de los límites permisibles de SO₂ y NO_x.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

Mapa 2. Georeferenciación del lugar investigado por el “Proyecto Calidad de Aire, UTC- fuentes fijas”



Fuente: Base Camp

Elaborado por: Grupo investigador “Proyecto Calidad de Aire, UTC- fuentes fijas.”

Tabla 8. Coordenadas referenciales de la chimenea

UTM	X	Y	Altura
17 M	0764087	9896921	2670m

Elaborado: Jessica Remachi.

Mapa 3. Ubicación de la empresa investigada.



Elaborado: Jessica Remachi.

Tabla 9. Datos Generales de la Empresa

Parroquia Eloy Alfaro			
Nombre de la empresa:	ALCOPESA S.A.		
Dirección:	Barrio San Felipe		
Nombre de la persona encargada	Ing. Sandra Castro Jefe de Planta		
Fecha	9 de Diciembre de 2016		
Actividad principal	Elaboración de licor		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
X			
PRODUCCIÓN			
Continua		Discontinua	
X			
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Diésel		
Cantidad mensual de combustible usado		Unidades	
Número de horas que funciona el horno/caldero	8 horas diarias con reposo de 5 minutos o dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del caldero	Días	5	
	Horas	40 horas semanales	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular	X	Altura	4,53m
		Diámetro	0,45 m
Rectangular		Ancho	
		Largo	
DATOS DEL CALDERO			
Año de Fabricación	1965	Presión Máxima	100 psi
Tipo de Caldero	Calderas Acuotubulares.		

Fuente: Acuerdo Ministerial 0.28

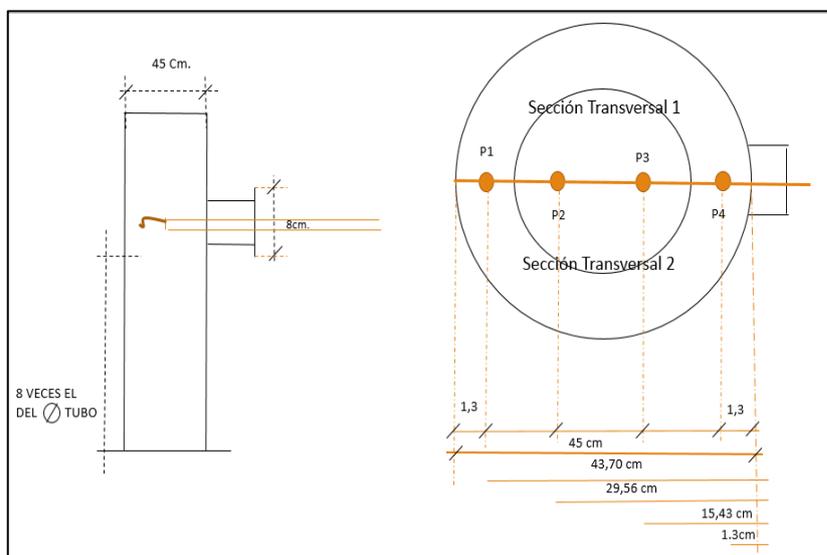
Elaborado por: Grupo investigador "Proyecto Calidad de Aire, UTC- fuentes fijas"

Tabla 10. Característica Del Equipo Analizador (Testo)

Instrumento Medición	TESTO 350
Número Serie Medición	60492177 (7)
Temperatura Ambiente	20
Humedad Ambiente	50
Punto Rocío Ambiente	9,279999733
Presión Absoluta	1013
Factor de Dilución	X1
l/min bomba	0,98

Elaborado por: Jessica Remachi

Figura 4. Medidas de los puntos de muestreo



Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 11. PROMEDIO GENERAL POR PUNTO DE MEDICIÓN Y DÍA DE MEDICIÓN.

Parámetro	Primer día de medición				Segundo día de medición				Tercer día de medición				Cuarto día de medición				Quinto día de medición				Promedio
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	
CO	223,55	67,06	123,6	124,84	16,76	181,14	0	81,98	1,31	1,31	236,34	183,01	0	0,09	660,32	156,08	0	10,66	4,55	0	103,63
CO ₂	13,69	12,8	13,12	13,26	13,74	12,59	12,65	12,61	12,61	12,61	12,02	12,58	12,62	12,61	12,04	10,61	12,61	11,71	12,59	12,48	12,58
NO _x	315,04	249,9	269,39	272,11	186,55	2073,62	148,39	142,46	175,69	175,69	354,74	214,79	142,36	160,44	198,79	134,96	155,54	172,42	1247,25	7075,86	693,30
SO ₂	1125,9	668,95	947,65	957,23	512,94	689,07	520,79	365,08	566,16	566,16	2008,55	731,5	434,44	507,94	889,98	687,38	463,4	494,37	3949,46	2187,16	963,71

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 12. Comparación con el TULSMA, Libro VI Anexo 3

Parámetro	Unidad	Promedio	REFORMA TULSMA FEB-2015	REGISTRO TULMA NOV-2015	COMPARACIÓN
CO	mg/Nm ³	103,63	200	-	CUMPLE
CO ₂	mg/Nm ³	12,58	-	-	NO APLICA
NO _x	mg/Nm ³	693,3	-	850	CUMPLE
SO ₂	mg/Nm ³	963,71	-	2004	CUMPLE

Elaborado por: Jessica Remachi

Interpretación.

Realizado el monitoreo de gases en fuentes fijas y teniendo como característica que el caldero es del año 1965 se utilizó los límites permisibles de Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003 de la metodología estipulada en el Libro VI, Anexo 3 del TULSMA; determinando que la empresa ALCOPESA S.A. Se encuentra dentro de los límites permisibles; indicando que el parámetro CO es de 106,63 mg/m³ y según TABLA 2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión para Calderos Generadores de Vapor (mg/Nm³) de la “Reforma de la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión” de Febrero de 2015 es 200 mg/m³ determinado que se encuentra dentro del rango establecido; mientras que el NO_x tiene 693,3 mg/m³ y la Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Concentración de Emisión de Contaminantes al Aire para Calderas (mg/m³) REGISTRO OFICIAL N° 287 de noviembre de 2015 estipula 850 mg/m³ demostrando que no sobrepasa los límites permisibles, así también el SO₂ que resulto con 963,71 mg/m³ y fue comparado con la tabla antes mencionada que determina como límite permisible 2004 mg/m³ encontrándose dentro de los límites permisibles.

11. IMPACTO

11.1.AMBIENTAL.

Con el monitoreo constante de gases contaminantes en la empresa ALCOPESA S.A. se determinó que influye el mantenimiento que se da al caldero como son las purgas con químicos que permite mantener su funcionamiento normal reduciendo sus emisiones atmosféricas, en los parámetros monitoreados como son CO, SO₂, NO_x.

11.2.SOCIAL

Realizado el monitoreo de gases, se determina que el impacto ambiental es positivo por lo cual tiene influencia directa en la calidad de vida, cumpliendo lo establecido en el plan Nacional del Buen Vivir.

11.3.ECONÓMICO

El mantenimiento del caldero es importante ya que reduciendo los daños a este equipo, se podrá tener producción continua, evitando así también ser sancionados por las entidades encargadas de controlar la calidad ambiental.

Además la empresa al cumplir con los parámetros establecidos según las normas vigentes ayudan a la calidad ambiental, por lo tanto mejoran la calidad de vida del ser humano incrementando la producción y a su vez lo económico tanto de la empresa y la población aledaña.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. CONCLUSIONES

- La empresa ALCOPESA S.A. tiene sus instalaciones adecuadas para realizar la medición de emisiones atmosféricas; es decir cuenta con el puerto de monitoreo, el andamio y el diámetro de la chimenea, encontrándose apta para que la investigación sea válida como lo estipula el TULSMA, Libro VI, Anexo 3.
- En los datos obtenidos el CO tiene $103,63 \text{ mg/m}^3$ y se encuentra dentro de los límites permisibles, mientras que los NO_x con $693,3 \text{ mg/m}^3$ se encuentra dentro de lo permitido, la cantidad de SO_2 es inferior en un 48% de lo estipulado en la normativa vigente.
- El trabajo investigativo determino que la emisión de gases en la empresa ALCOPESA S.A. se encuentra dentro de los límites permisibles y que el buen funcionamiento del caldero es importante para mantenerse dentro del rango establecido.
- Las purgas con químicos que se dan al caldero son importantes para mantener en buen estado la fuente de emisión de gases.

12.2. RECOMENDACIONES

- El equipo de protección personal debe estar normado, para realizar trabajos en alturas.

- Debería existir control por parte de la entidad competente, para que los tipos de industrias cuenten con las características adecuadas de sus chimeneas, esto para que tengan un puerto de muestreo para una correcta medición de gases.
- Es necesario que exista seguimiento a este proyecto, puesto que la población va en crecimiento y empezaran a crearse nuevas empresas, permitiendo así ir actualizando la base de datos y el número de industrias, para obtener un inventario a futuro de emisión de gases contaminantes en la parroquia Eloy Alfaro.

13. BIBLIOGRAFIA

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2011). Métodos Para La Evaluación De Emisiones Contaminantes En Fuentes Fijas.
- Bonilla, J., Arranza, M., y Beltheton, A. (2009). Termodinámica de Equipos Industriales: Eficacia Energética de una Caldera. Revista Electrónica, 18-34.
- Castells, E, (2012). La Combustión- Factores Endógenos y Exógenos. En Tratamiento y Valoración Energética de Residuos. Madrid: Días Santos
- CENTRO DE INFORMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, C. (199). Técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género en Mexicali. Mexicali: US EPA3. Obtenido de Técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género en MEXICALI. (Recuperado de): <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir2/mxcalspn.pdf>
- CNE (2017), Mapa del Ecuador, Quito; Disponible en: <https://resultados2017.cne.gob.ec/frmResultados.aspx>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (2009). Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas. Santiago de Chile Departamento de Control de la Contaminación de CONAMA. ISBN: 978-956-7204-36-6
- Copyright Testo (2010). Unidades de Medidas. Argentina: Academia OnLine. Disponible en: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/unidades-de-medida>
- EPA, (2010). Título 40: Protección del ambiente, parte 50 - Normas nacionales y locales para calidad del aire. Recuperado el 13 de agosto de 2010 de <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=c10769d5c347767d7a4657bfda8dbdc4&rgn=div5&view=text&node=40:2.0.1.1.1&idno=40>
- EPA, (2010). Título 40: Protección del ambiente, parte 53 - Métodos de referencia y equivalentes para vigilancia de la calidad del aire. Recuperado el 13 de agosto de 2010 de http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr53_main_02.tpl

- GONZÁLEZ, A. La problemática ambiental en la ciudad de México generada por las fuentes fijas.
- ICAC, 2000. Institute of Clean Air Companies. "Optimizing SCR Reactor Design for Future Operating Flexibility". Washington, D.C. 2000. Recuperado de <https://www3.epa.gov/ttnca1/dir1/fscr.pdf>
- IDEAM, (2005). Análisis e interpretación de datos de la calidad del aire. Bogotá Colombia
- IDEAM, (2005). Documento soporte norma de calidad del aire. Bogotá Colombia.
- IDEAM, (2005). Normas de calidad del aire a nivel internacional. Bogotá, Colombia.
- IDEAM, (2005). Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental. Bogotá, Colombia.
- INEC 2010 Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/cotopaxi.pdf>
- Keller, E., Blodgett, R. (2007). Riesgos Naturales: Procesos de la Tierra como Riesgos, desastres y catástrofes. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Lacasaña-Navarro, M., Aguilar-Garduño, C., & Romieu, I. (1999). Evolution of air pollution and impact of control programs in three Megacities of Latin America. *Salud Publica de Mexico*, 41(3), 203-215.
- Manual del testo 350 (2008). Global instrumental, disponible en https://www.testo.com.ar/resources/media/global_media/produkte/testo_350/Testo_350_-_Manual.pdf
- Martinez, R (2005). Consideraciones acerca del diseño de chimeneas.
- Ministerio De Ambiente Colombia (2010), Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Bogotá: Dirección De Desarrollo Sectorial Sostenible.
- Municipio Del Distrito Metropolitano De Quito. (2003). Contaminación del Aire en la Ciudad de Quito: Emisiones De Fuentes Fijas Y Móviles. Quito.

- OMS, (2004). Guías para la calidad del aire. Recuperado el 10 de mayo de 2009 de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>.
- OMS, (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Recuperado el 09 de noviembre de 2016 de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- Orozco, C., Serrano, A., Delgado, M., Rodríguez, F., Alfayate, J. (2003). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
- Romero, A., y Vaca, P. (2012). Inventario de Emisiones Atmosféricas a partir de Fuentes Fijas, Móviles y de Área en la Ciudad de Latacunga. Universidad Central Del Ecuador, Quito.
- SDA, (2007). Informe anual de calidad del aire de Bogotá. Recuperado el 5 de mayo de 2009 del sitio de la Secretaria Distrital de Ambiente: <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/Informe%20Anual%202007%20RMCAB%20FINAL.pdf>
- SMARN, (2005). Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. México, D.F.
- TULSMA. Norma De Emisiones Al Aire Desde Fuentes Fijas De Combustión. Libro VI, Anexo 3, 2012. Ecuador 373 pp. Disponible en https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiGo9fzsKPNAhVMHR4KHdygAhQQFggvMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.industrias.ec%2Farchivos%2Ffile%2FAMBIENTE%2FBorrador_MAE_EMISION_FUENTES_FIJAS.doc&usg=AFQjCNHmoTdKODHgaWkLOJumTOHEh6oVgQ&bvm=bv.124272578,d.dmo
- Vatavuk, W (1999). Campanas Ductos y Chimeneas. Estados Unidos: US EPA
- Woodard, K (1998). Documento de Técnicas de Control de Materia Particulada Fina Proveniente de Fuentes Estacionarias. Estados Unidos: US EPA.

14. ANEXOS

14.1. AVAL DE TRADUCCIÓN.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **REMACHI MORENO JESSICA NOEMI**, cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES EN FUENTES FIJAS EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2017

Atentamente,

Lic. Nelson W. Guagchinga Ch.

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0503246415

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

14.2. DATOS OBTENIDOS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN RELACIÓN CON LAS HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CALDERO Y DE LOS PORCENTAJES DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVOS.

Tabla 13. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 1)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	166	225	227,6	96,2	135	143,5	90,2	113	202,4	155,43	-
O ₂	%	5,12	5,15	5,02	20,87	13	5,04	5,12	16,43	19,49	10,58	-
CO	Mg/m ³	0	0	0	519,23	8,44	1,41	0	137,86	566,23	137,02	223,55
CO ₂	%	11,79	11,76	11,86	0	12	11,84	11,79	3,36	1,08	8,39	13,69
NOx	Mg/m ³	149,88	149	150,09	283,85	295,66	145,66	141,74	177,64	244,37	193,1	315,04
SO ₂	Mg/m ³	577,53	555,4	570,21	396	553,41	545,12	418,19	822,33	1772,82	690,11	1125,90

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 14. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 1)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	152,2	194,1	194,9	53,3	60,8	156,3	208,5	104,6	208,5	148,13	-
O ₂	%	5,49	16,42	5,25	11,48	7,54	5,83	18,58	18,53	18,58	11,97	-
CO	Mg/m ³	0	112,99	0	125,26	33,43	2,97	9,3	27,33	9,3	35,62	67,06
CO ₂	%	11,51	3,37	11,69	8	9,99	11,26	1,77	1,8	1,77	6,8	12,80
NOx	Mg/m ³	142,75	225,59	145,26	63,18	105,27	141,08	137,23	97,11	137,23	132,74	249,90
SO ₂	Mg/m ³	424,85	966,66	418,38	70,3	218,01	420,8	297,82	83,37	297,82	355,33	668,95

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 15. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 1)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	163,2	106,7	82,7	165,7	170,2	105,1	120,1	198,8	62	130,5	-
O ₂	%	9,28	8,09	14,82	7,86	20,65	5,51	15,54	17,89	9,27	12,1	-
CO	Mg/m ³	1	22,66	131,07	15,41	228,57	1,45	0	188,1	0	65,36	123,60
CO ₂	%	11,58	9,58	5	9,75	0	11,5	4,03	2,28	8,7	6,94	13,12
NOx	Mg/m ³	138,85	112,62	64,49	143,22	210,86	128,64	101,37	142,38	239,71	142,46	269,39
SO ₂	Mg/m ³	412,89	231,28	41,65	458,38	1617,94	378,87	320,57	728,33	320,38	501,14	947,65

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 16. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 1)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	76,8	187,6	74,1	177,5	172	165,3	122,2	139,8	172	130,5	-
O ₂	%	5,44	5,37	8,74	7,17	15,37	13,24	5,06	5,05	15,37	12,1	-
CO	Mg/m ³	0	0	40,38	1,63	79,93	2,9	0	0	79,93	65,36	124,84
CO ₂	%	11,55	11,6	9,09	10,26	10	12	11,83	11,84	10	6,94	13,26
NOx	Mg/m ³	132,8	139,29	94,51	141,41	150,75	128,86	136,81	193,78	150,75	142,46	272,11
SO ₂	Mg/m ³	393,71	441,35	163,76	439,24	530,34	384,77	423,08	423,08	530,34	501,14	957,23

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 17. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 2)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	136,2	127,6	64	113,9	136,2	172	104,6	139,8	122,2	124,06	-
O ₂	%	5,58	5,74	6,0	5,32	5,58	15,37	18,53	5,05	5,06	8,28	-
CO	Mg/m ³	0	4,18	0	0	1,38	79,93	27,33	0	0	12,54	16,76
CO ₂	%	11,45	11,33	11,14	11,64	11,45	10	1,8	11,84	11,83	10,28	13,74
NOx	Mg/m ³	134,01	137,83	137,76	134,14	134,01	150,75	97,11	193,78	136,81	139,58	186,55
SO ₂	Mg/m ³	397,28	398,08	391,25	410,4	397,28	530,34	83,37	423,08	423,08	383,8	512,94

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 18. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 2)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	133,0	57,8	72,9	148,7	161	226,5	226,4	226,4	226,4	164,34	-
O ₂	%	5,14	20,88	20,86	5,00	5,00	5,02	5,09	5,07	5,02	8,56	-
CO	Mg/m ³	1,34	885,42	303,57	1,33	1,33	0,0	0,0	0,0	0,0	132,55	181,14
CO ₂	%	11,77	0,0	0,0	11,88	11,88	11,86	11,81	11,82	11,87	9,21	12,59
NOx	Mg/m ³	511,95	63,36	99,57	139,40	139,40	141,76	142,38	140,01	139,57	1517,40	2073,62
SO ₂	Mg/m ³	138,43	928,20	347,29	516,59	519,63	520,28	522,57	524,96	520,18	504,24	689,07

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 19. Tercer punto de monitoreo 29,56 m (Día 2)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	225,6	225,6	225,7	165,3	165,7	166,0	70,8	76,7	85,2	156,29	-
O ₂	%	5,37	5,37	5,40	5,08	5,10	5,09	5,07	5,03	5,50	5,22	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	%	11,60	11,60	11,58	11,82	11,80	11,81	11,83	11,86	11,73	11,74	12,65
NOx	Mg/m ³	140,47	140,47	140,74	137,91	140,28	138,00	131,26	133,12	132,34	137,74	148,39
SO ₂	Mg/m ³	528,82	528,82	526,76	534,45	535,13	534,79	378,46	389,69	393,88	483,42	520,79

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 20. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 2)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	113,2	120,6	124,0	51,1	55,1	59,1	123,3	132,4	139,1	101,99	-
O ₂	%	5,52	5,55	5,59	18,77	7,29	6,75	5,61	5,68	5,56	7,37	-
CO	Mg/m ³	82,36	82,52	82,74	266,82	68,20	8,95	0,0	0,0	0,0	65,73	81,98
CO ₂	%	11,49	11,46	11,44	1,62	10,17	10,58	11,43	11,37	11,46	10,11	12,61
NOx	Mg/m ³	135,53	136,24	135,69	42,20	76,51	107,61	131,34	131,94	130,91	114,22	142,46
SO ₂	Mg/m ³	386,32	390,22	394,39	21,80	113,48	225,19	360,15	368,14	374,73	292,71	365,08

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 21. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 3)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	146,2	157,1	163,5	151,4	152,1	159,1	105,9	114,7	116,2	169,69	-
O ₂	%	5,19	5,20	5,18	5,09	5,06	4,98	16,65	16,01	15,97	8,80	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,89	0,0	0,0	0,94	1,31
CO ₂	%	11,74	11,73	11,74	11,81	11,83	11,89	3,20	3,68	3,71	9,05	12,61
NOx	Mg/m ³	132,26	132,34	132,17	129,24	128,99	130,52	88,13	97,78	97,00	126,08	175,69
SO ₂	Mg/m ³	393,63	396,96	402,61	394,22	393,47	397,58	301,78	302,05	309,31	406,30	566,16

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 22. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 3)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	171,8	175,3	178,2	163,6	166,7	170,6	153,2	168,9	178,9	169,69	-
O ₂	%	5,22	5,17	5,22	4,99	5,00	4,96	15,13	16,64	16,83	8,80	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,62	4,87	0,0	0,94	1,31
CO ₂	%	11,71	11,75	11,71	11,88	11,88	11,91	4,34	3,21	3,07	9,05	12,61
NOx	Mg/m ³	132,51	134,29	132,51	130,61	130,69	130,36	106,87	119,90	117,00	126,08	175,69
SO ₂	Mg/m ³	403,63	405,42	406,71	397,83	401,12	400,11	364,44	446,06	431,40	406,30	566,16

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 23. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 3)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	97,7	106,6	194,1	179,6	178,9	178,9	46,8	47,9	49,5	120,0	-
O ₂	%	19,43	7,12	5,17	20,33	20,39	20,43	20,36	13,03	9,28	15,06	-
CO	Mg/m ³	162,42	3,06	0,0	177,61	195,08	205,04	0,0	0,0	0,0	82,58	236,34
CO ₂	%	1,13	10,30	11,75	0,0	0,0	0,0	0,0	5,90	8,69	4,20	12,02
NOx	Mg/m ³	24,42	115,50	134,29	208,06	171,39	183,42	168,80	34,11	75,53	123,95	354,74
SO ₂	Mg/m ³	30,97	248,70	390,07	1741,61	1753,51	1791,26	227,91	24,40	107,86	701,81	2008,55

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 24. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 3)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	59,0	59,7	60,2	88,3	91,11	94,3	128,5	144,3	160,9	98,48	-
O ₂	%	20,92	20,92	20,92	10,70	6,95	7,00	5,81	5,79	7,18	11,80	-
CO	Mg/m ³	265,63	265,63	265,63	76,33	13,61	4,55	0,0	0,0	0,0	99,04	183,01
CO ₂	%	0,0	0,0	0,0	7,63	10,43	10,39	11,28	11,29	10,25	6,81	12,58
NOx	Mg/m ³	130,69	130,69	130,69	45,34	99,22	114,51	130,77	130,60	133,65	116,24	214,79
SO ₂	Mg/m ³	607,75	607,75	607,75	42,48	245,70	302,14	377,69	374,00	397,54	395,87	731,50

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 25. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 4)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	58,1	155,5	201,4	161,2	173,4	183,0	122,2	139,8	154,1	149,86	-
O ₂	%	5,46	5,39	5,36	5,66	5,65	5,85	5,06	5,05	5,01	5,39	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	%	11,54	11,59	11,61	11,39	11,39	11,25	11,83	11,84	11,87	11,59	12,62
NOx	Mg/m ³	125,59	131,72	133,70	129,49	131,68	133,42	128,99	131,10	130,77	130,72	142,36
SO ₂	Mg/m ³	359,80	411,14	416,57	396,19	399,10	401,16	399,57	402,37	404,41	398,92	434,44

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 26. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 4)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	159,6	178,6	189,6	189,9	195,6	192,5	165	183,4	125,7	175,54	-
O ₂	%	5,54	5,55	5,51	5,96	6,12	14,92	5,06	5,10	5,29	6,56	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,08	0,09
CO ₂	%	11,47	11,47	11,50	11,17	11,04	4,49	11,83	11,80	11,66	10,71	12,61
NOx	Mg/m ³	130,74	133,08	132,74	132,08	135,84	166,23	131,18	131,51	133,10	136,28	160,44
SO ₂	Mg/m ³	396,26	405,95	404,91	397,62	408,43	639,74	408,73	406,70	414,71	431,45	507,94

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 27. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 4)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	69,1	70,4	71,9	117,2	184,5	190,2	184,7	178,1	169,4	137,28	-
O ₂	%	18,32	12,35	8,03	4,82	4,81	5,88	10,70	19,56	20,55	11,67	-
CO	Mg/m ³	182,37	125,29	70,45	0,0	0,0	0,0	20,63	737,85	2125,0	362,40	660,32
CO ₂	%	1,69	6,40	8,5	12,01	12,02	11,22	7,63	0,00	0,00	6,61	12,04
NOx	Mg/m ³	23,41	34,25	67,17	135,70	135,61	138,29	152,26	217,81	77,44	109,10	198,79
SO ₂	Mg/m ³	18,14	11,24	59,98	408,67	411,42	430,89	509,80	1249,26	1296,53	488,44	889,98

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 28. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 4)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	79,9	88,8	89,9	182,1	191,1	197,9	149,7	142,5	136,1	139,78	-
O ₂	%	7,05	5,62	5,63	7,10	5,00	4,95	20,78	20,80	20,82	10,86	-
CO	Mg/m ³	1,52	1,38	0,0	0,0	0,0	0,0	386,36	212,50	236,11	93,10	156,08
CO ₂	%	10,35	11,42	11,41	0,00	11,88	11,91	0,0	0,0	0,0	6,33	10,61
NOx	Mg/m ³	114,92	120,09	122,44	106,05	128,51	132,45	0,00	0,0	0,0	80,50	134,96
SO ₂	Mg/m ³	278,82	331,93	344,80	269,33	382,88	392,81	663,00	486,20	540,22	410,00	687,38

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 29. Primer punto de monitoreo 1,3 cm (día 5)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	52,1	82,9	110,9	134,1	152,3	166,8	178,4	187,7	195,1	140,03	-
O ₂	%	6,04	5,50	5,47	5,46	5,40	5,40	5,43	5,43	5,41	5,50	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	%	11,10	11,51	11,52	11,53	11,58	11,58	11,55	11,56	11,58	11,50	12,61
NOx	Mg/m ³	94,64	125,10	127,34	129,82	132,06	131,89	264,63	133,78	137,08	141,82	155,54
SO ₂	Mg/m ³	219,01	352,18	383,35	393,46	399,70	402,31	813,46	411,23	427,86	422,51	463,40

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 30. Segundo punto de monitoreo 15,43 cm (Día 5)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	71,9	159,6	64,0	87,0	70,7	92,4	113,9	68,2	86,2	90,43	-
O ₂	%	13,23	5,63	6,00	14,14	6,85	5,50	5,32	10,05	12,89	8,85	-
CO	Mg/m ³	40,27	0,0	0,0	10,84	17,47	0,0	0,0	0,0	0,0	7,62	10,66
CO ₂	%	0,00	11,41	11,114	5,07	10,50	11,50	11,64	8,12	6,01	8,37	11,71
NOx	Mg/m ³	93,98	145,31	125,91	71,12	137,17	236,34	137,52	88,79	72,97	123,23	172,42
SO ₂	Mg/m ³	163,01	436,38	357,59	263,57	324,13	707,42	399,31	275,62	252,97	353,33	494,37

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 31. Tercer punto de monitoreo 29,56 cm (Día 5)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	79,3	105,7	129,9	149,7	165,5	68,3	95,7	121,2	68,5	109,31	-
O ₂	%	5,78	5,30	5,24	5,13	5,04	19,87	19,89	19,89	19,91	11,78	-
CO	Mg/m ³	2,69	0,0	0,0	0,0	0,0	19,50	0,0	0,0	0,0	2,47	4,55
CO ₂	%	11,29	11,65	11,70	11,78	11,85	0,81	0,79	0,79	0,77	6,83	12,59
NOx	Mg/m ³	114,19	124,46	1788,76	1820,99	1852,39	95,92	95,92	97,71	97,71	676,45	1247,25
SO ₂	Mg/m ³	340,06	380,80	5507,40	5694,23	5781,84	356,84	401,45	408,95	408,95	2142	3949,46

Elaborado por: Jessica Remachi

Tabla 32. Cuarto punto de monitoreo 43,70 cm (Día 5)

Parámetro	Unidad	Hora									Promedio	Corrección de concentración de emisiones
		08h00- 09h00			11h00-12h00			15h00-16h00				
TH	°C	159,3	172,7	183,6	192,2	199,3	88,3	129,1	146,4	160,6	159,06	-
O ₂	%	19,91	19,93	19,93	19,93	19,94	14,18	14,20	14,25	14,25	17,39	-
CO	Mg/m ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	%	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	5,04	5,03	4,99	4,99	2,65	12,48
NOx	Mg/m ³	97,71	98,63	15,33	15,38	15,49	123,91	3960,23	4356,25	4840,28	1502,58	7075,86
SO ₂	Mg/m ³	408,95	412,81	64,16	64,35	64,83	367,35	1255,0	1330,50	1456,11	464,45	2187,16

Elaborado por: Jessica Remachi

FOTOGRAFÍAS

